

**Propuesta de mejoramiento al sistema productivo en la elaboración de zapato para
caballero en la PYME de calzado D`Lucca**

Oscar Andrés Rubiano Rojas

Juan Carlos González

Lenin Ernesto Moncada

Escuela Colombiana de Carreras Industriales

Facultad de Postgrados

Especialización en producción y logística internacional

Bogotá, D.C.

2016

**Propuesta de mejoramiento al sistema productivo en la elaboración de zapato para
caballero en la PYME de calzado D`Lucca**

Oscar Andrés Rubiano Rojas

Código: 43159

Juan Carlos González

Código: 37007

Lenin Ernesto Moncada

Código: 44388

**Proyecto de grado para obtener el título de especialista en producción y logística
internacional**

Ing. Miguel Urian

Escuela Colombiana de Carreras Industriales

Facultad de Postgrados

Especialización en producción y logística internacional

Bogotá, D.C.

2016

Contenido

1.	Título:	1
2.	Problema de investigación	1
2.1.	Descripción del problema.	1
2.2.	Planteamiento del problema	1
2.3.	Hipótesis	2
2.4.	Sistematización del problema	2
3.	Objetivos	3
3.1.	Objetivo General.....	3
4.	Justificación y delimitación.....	4
4.1.	Justificación	4
4.1.1.	Justificación teórica	5
4.1.2.	Justificación práctica	5
4.1.3.	Justificación económica	5
4.1.4.	Justificación personal	5
4.2.	Delimitación	6
5.	Marco Conceptual.....	6
5.1.	Marco Teórico	6
5.1.1.	El Lean Manufacturing	6
5.1.2.	Logística y cadena de abastecimiento.....	7
5.1.3.	Planeación de la producción	8
5.1.3.1.	Modelos de pronósticos	9
5.1.3.1.1.	Regresión Lineal	10
5.1.3.1.2.	Promedios móviles.....	10
5.1.3.1.3.	Suavización exponencial	12
5.1.3.1.4.	Suavización exponencial doble.....	13
5.1.3.1.5.	Método Winters	14
5.1.4.	Secuenciación.....	15
5.1.5.	Tiempos y movimientos	16
5.1.5.1.	Técnicas para la medición del trabajo.....	17
5.2.	Estado del Arte.....	18
5.3.	Marco Normativo.....	21
6.	Diseño Metodológico.....	24

6.1.	Tipo de Investigación	24
6.2.	Fuentes de Obtención de la información	25
6.2.1.	Fuentes primarias	25
6.2.2.	Fuentes secundarias	25
6.2.3.	Fuentes terciarias.....	25
7.	Resultados	26
7.1.	Fases de estudio.	27
7.2.	Recolección de la información.....	29
7.2.1.	Historia de la empresa.	29
7.2.2.	Organigrama.....	30
7.2.3.	Descripción de Proceso.....	31
7.2.4.	Sistema de producción.	33
7.2.5.	Producto.	34
7.2.6.	Maquinaria.	36
7.2.7.	Distribución de planta.....	39
7.3.	Estudio de tiempos y movimientos	42
7.3.1.	Cálculo de número de observaciones.	43
7.4.	Valoración del ritmo de trabajo.	45
7.4.1.	Suplementos.....	47
7.4.2.	Cálculo de tiempo normal.....	48
7.4.3.	Cálculo de tiempo estándar.....	49
7.5.	Diagrama de flujo de proceso.	51
7.6.	Diagrama de operaciones.....	58
7.7.	Estimación de la demanda	61
8.	Análisis de la información.....	66
8.1.	Estudio de tiempos.	66
8.1.1.	Tiempo estándar por referencia.....	66
8.1.2.	Tiempo estándar por operación.....	67
8.1.3.	Análisis de diagramas de flujo y operación.	72
9.	Propuesta de mejora.....	77
9.1.	Cálculo de capacidades.	77
9.2.	Cálculo de necesidad mano de obra.....	81
9.3.	Programación de la producción.....	83

9.4. Otras sugerencias de mejora.	85
9.4.1. Distribución de planta.	85
9.4.2. Actualización y compra de maquinaria y equipos.	85
10. Impacto de la implementación en las personas.	86
11. Conclusiones y recomendaciones.	87
12. Bibliografía	89
13. Anexos.	93
13.1. Diagramas de flujo de proceso.	93

1. Título:

Propuesta de mejoramiento al sistema productivo en la elaboración de zapato para caballero en la PYME de calzado D`Lucca

2. Problema de investigación

La investigación está orientada a realizar una evaluación de las condiciones de la pequeña y mediana empresa D`Lucca, en adelante PYME D`Lucca, dentro de la industria del calzado para caballero y el análisis de implementación de herramientas que les permita posicionarse en el mercado y hacerse más productivos.

2.1. Descripción del problema.

Actualmente, la PYME de calzado D`Lucca continúa basando su proceso de producción en estimaciones soportadas en impresiones personales sobre el mercado, a su vez, no se ha realizado un proceso de estandarización de los procesos ni un estudio para mejorar la productividad.

Por otro lado, la ausencia de indicadores de desempeño y productividad no les permite mantener control y seguimiento sobre las órdenes de producción, desconociendo así su capacidad productiva afectando el cumplimiento de entrega de pedidos.

2.2. Planteamiento del problema

Con la presente investigación se busca realizar un diagnóstico inicial para proponer mejores prácticas y métodos de producción que faciliten y mejoren el sistema productivo, generando productos finales a menores costos y disminuyan el tiempo de respuesta al cliente.

Entre los problemas más representativos se encuentra que no existe estandarización de procesos, la planeación de la producción se realiza sin aplicar técnicas específicas, soportada

sólo por la experiencia del gerente, no se realizan proyección de ventas. Tiempos de entrega al cliente excede el pactado, el abastecimiento de materiales no es el adecuado ni se presenta en el momento justo, el almacenamiento de materias primas y productos terminados se realiza de manera desordenada, el producto terminado permanece un tiempo prolongado en bodega dado que la planeación del volumen de producción no se realiza de manera apropiada afectando la rotación de inventarios.

2.3. Hipótesis

El análisis de capacidades y la estandarización de los procesos mejorarán la eficiencia del sistema productivo y ayudará a tener un mayor cumplimiento en los tiempos de entrega a los clientes.

2.4. Sistematización del problema

La PYME D’Lucca ha tenido un crecimiento desde que se fundó, pero no lo suficiente para posicionarse en el mercado y competir frente a otras empresas de características similares. El mercado actual hace que cada vez las microempresas se preocupen más por mejorar sus procesos, ser innovadores e invertir en tecnificación de maquinaria, los constantes tratados de libre comercio también resultan un factor negativo para estas PYMEs que no cuentan con un capital económico sostenible ni productos competitivos.

Por lo tanto, buscar soluciones a los problemas internos de la compañía es un objetivo claro de la administración. Se ha evidenciado debilidades en el proceso productivo lo cual genera pérdidas económicas y de clientes. Es por esto que resulta vital buscar soluciones profesionales y en el corto plazo.

Por lo anterior, se necesita realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa para encontrar aquellos procesos y actividades que no estén generando valor para el producto. Sabemos que no existe estandarización de procesos y consecuentemente no se lleva a cabo una debida planeación y programación de la producción incurriendo en tiempos tardíos de entrega al cliente.

Con el fin de solucionar este problema central queremos hacer un estudio de medición y metodología del trabajo para brindarle a la empresa una herramienta para el cálculo de capacidades y control del proceso.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Elaborar propuesta de mejora al sistema productivo en la elaboración de zapato para caballero en la PYME de calzado D'Lucca.

3.2. Objetivos Específicos

3.2.1 Documentar y analizar los factores que intervienen el proceso de producción en la PYME de calzado D'Lucca.

3.2.2 Identificar los factores críticos de incidencia en el sistema productivo de la PYME de calzado D'Lucca determinando la herramienta adecuada para el tratamiento de dichos factores.

3.2.3 Generar propuestas de mejora a la línea de producción que se ajuste a las necesidades de la PYME de calzado D'Lucca.

4. Justificación y delimitación

4.1. Justificación

Planear adecuadamente y realizar pronósticos con alto margen de asertividad son de vital importancia para las organizaciones que buscan el crecimiento y estandarización de sus procesos como alternativa de evolución, aplicar las herramientas y técnicas que se quieren implementar buscan disminuir tiempos, costos y aumentar la calidad de los productos finales.

“Los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia. El pronóstico es la base de la planeación corporativa a largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y el control de costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planear productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, pág 468)

Se busca mediante una evaluación exhaustiva de los procedimientos actuales, diseñar las herramientas que se deben aplicar para el proceso de producción, aprovisionamiento y distribución de productos terminados.

D' Lucca, ha presentado incremento de los volúmenes de producción y ventas desde hace varios años, por lo que ha tenido que realizar diferentes modificaciones a nivel de distribución en planta, producción, procesos y técnicas que mejoren la productividad. El proceso de guarnición es uno de los cuales la compañía centra su atención ya que tiene mayores problemas operativos y ha sido identificado por la alta administración como el cuello de botella del proceso de transformación. Es por esto que se da la necesidad del mejor aprovechamiento de la mano de obra, recursos, la capacidad instalada, maquinaria y la reducción de costos de producción.

4.1.1. Justificación teórica

El presente proyecto busca mediante la aplicación de teorías y conceptos logísticos y de producción analizar e identificar los diversos factores que afectan el proceso productivo y la cadena de abastecimiento de la PYME D'Lucca que por el incremento de la demanda ha presentado problemas de operatividad y optimización de recursos.

4.1.2. Justificación práctica

Los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto permitirán tener un punto de partida para el mejoramiento de los procesos productivos haciendo más competitiva la organización dentro del mercado de calzado formal para caballero.

4.1.3. Justificación económica

La información que se obtenga del estudio permitirá identificar los diversos factores que afectan los gastos en que incurre la organización en este proceso, reducción de desperdicios y los costos que se incurren por procesos que no generan valor o que pueden ser eliminados sin afectar la calidad, servicio, tiempos de entrega, entre otros. Por otro lado, el cubrimiento del aumento de la demanda generará mayores ingresos para la compañía, por tal motivo, las mejoras que se produzcan en estos aspectos se verán reflejadas en los beneficios económicos de la organización.

4.1.4. Justificación personal

La elaboración y posible aplicación de este estudio nos permitirá afianzar los conocimientos que tenemos sobre Ingeniería, adquirir experiencia a través de la aplicación de conceptos y técnicas de producción y logística y fortalecer nuestra formación integral como persona y futuros especialistas.

4.2. Delimitación

Se aplicaron herramientas de planeación de producción y logística en la PYME D`Lucca para proponer mejoras en sus procesos internos, haciendo más eficiente la producción generando mayor utilidad y participación de mercado. El estudio se hizo en cada una de las áreas involucradas en la fabricación del calzado.

5. Marco Conceptual

5.1. Marco Teórico

El proyecto se enfocó en la planificación de la producción, pero sin dejar de lado la logística, para esto se hizo una búsqueda detallada en libros, tesis y artículos científicos acerca de esta temática con el fin de mirar las nuevas metodologías que se están usando y determinar cuál de todas las herramientas y métodos se acoplaba más a la fábrica de calzado. En definitiva se decidió seguir la teoría planteada por el Ph.D Jairo Humberto Torres Acosta, profesor de la universidad Distrital Francisco José de Caldas en sus libros Planeación agregada en la PYME (2002) y elementos de producción, Vol I. Planeación, programación y control (1994).

Para el desarrollo de este trabajo se deben entender algunos conceptos y teorías claves en tres áreas principalmente, estas son: Lean manufacturing, planeación de la producción y logística.

5.1.1. El Lean Manufacturing

En el actual entorno en el que se mueven las empresas de manufactura crear valor a través de la aplicación de técnicas Lean y enfocadas a Supply Chain se vuelven primordial a la hora de conseguir competitividad. Esto debido a los resultados tan importantes que se dan en el plan y control de la producción, tiempos de entrega, satisfacción del cliente, administración de

inventarios y márgenes de beneficios. Podríamos decir que casi es una regla de oro que las organizaciones trabajen en la consecución del éxito a través de la integración de las áreas de la cadena de abastecimiento en un entorno cada vez más agresivo y cambiante.

Los factores más importantes que determinan a una empresa como competitiva son: costos, tiempos de entrega y calidad del producto y/o servicio. El lean manufacturing o producción esbelta ofrece herramientas para conseguir el mejoramiento de estos factores.

Definición 1: El *lean manufacturing* es la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada Toyota Production System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. (Rajadell & Sanchez, 2012, pág 2).

5.1.2. Logística y cadena de abastecimiento

El estudio de todos los eslabones de la cadena de suministro y la disminución de desperdicios son necesarios ya que se deben identificar los eslabones más débiles con el fin de ponerlos como puntos clave en las oportunidades de mejora. Tanto clientes como proveedores deben ser tenidos en cuenta como eslabones y las estrategias que se vayan a generar deben integrar a estas dos partes de tal modo que se busque alinear los objetivos de estos con los objetivos y la estrategia de la organización.

Definición 2: *Logística y cadena de suministros* es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se

añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado. Incluso entonces, las actividades de logística se repiten una vez más cuando los productos usados se reciclan en el canal de la logística, pero en sentido inverso. (Ballou, 2004, pág 7)

5.1.3. Planeación de la producción

En la actualidad los modelos de programación lineal son de los más conocidos cuando se desea hacer un plan de producción ya que es una herramienta eficiente para la determinación de buenos planes agregados de producción. Sin embargo, otro marco de referencia que debe analizarse es el concerniente a los sistemas dinámicos no lineales y determinísticos, debido a que el comportamiento de un sistema real de manufactura puede adecuarse fácilmente a estas condiciones. En este contexto analizaremos los modelos lineales y los modelos dinámicos.

Los modelos de programación dinámica se han utilizado para resolver problemas de planeación de producción. Wagner & Whitin desarrollan un modelo que permite establecer resultados de un plan de producción sin tener en cuenta la acumulación de órdenes atrasadas (sin demanda diferida a periodos posteriores). Posteriormente, Zangwill complementa el modelo de Wagner & Whitin teniendo en cuenta las ordenes atrasadas (permite la demanda diferida de un periodo a periodos posteriores).

Los problemas de planeación agregada pueden ser resueltos también mediante modelos de programación lineal y los primeros en formular este tipo de modelos fueron Hanssmann y Hess. Este modelo contempla los parámetros que se presentan en un sistema de manufactura, por lo cual los resultados son un acercamiento importante para la toma de decisiones y la

estructuración de un plan maestro de producción.

En el libro Planeación agregada en la PYME de (Torres Acosta, 2002), se analiza lo que se denomina enfoque jerárquico de producción a través de una mirada de los niveles estratégicos, tácticos y operativos y analizando aspectos de la planificación agregada de la producción y los planes maestros de producción. En otro de sus libros llamado elementos de producción, vol I. Planeación, programación y control (1994), encontramos teorías acerca de los modelos de pronósticos clásicos.

5.1.3.1. Modelos de pronósticos

El propósito de los pronósticos y de la administración de la demanda es controlar y coordinar todas las actividades orientadas al cumplimiento y satisfacción de las necesidades del mercado optimizando el uso de los recursos que intervienen en el sistema productivo, ofreciendo una producción en la cantidad y calidad deseada, con un nivel de servicio eficiente (tiempos de entrega rápida y a tiempo).

Las técnicas de estimación de la demanda de origen cuantitativo más utilizadas son las de series de tiempo, las cuales se basan en el análisis de la demanda en función del tiempo. Los factores que tienen en cuenta son: nivel, estacionalidad, tendencia, ciclicidad y aleatoriedad.

“En la toma de decisiones se elaboran planes para el futuro. Entonces, los datos que describen la situación de la decisión deben representar lo que sucederá en el futuro. Por ejemplo, en el control de inventarios, las decisiones se basan en la naturaleza de la demanda del artículo controlado durante determinado horizonte de planeación. También, en la planeación financiera, se necesita pronosticar la pauta del flujo de efectivo a través del tiempo.”(Taha, 2012)

A continuación, se dará de forma genérica la teoría de algunos modelos para la estimación de la demanda.

5.1.3.1.1. Regresión Lineal

Ecuación que permite determinar el pronóstico en un periodo t

$$\hat{Y}(t) = a + bt$$

Factor de nivelación a o intercepto con el eje Y

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n Y(t) \sum_{t=1}^n t^2 - \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n tY(t)}{n \sum_{t=1}^n t^2 - (\sum_{t=1}^n t)^2}$$

Pendiente b de la información

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n tY(t) - \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n Y(t)}{n \sum_{t=1}^n t^2 - (\sum_{t=1}^n t)^2}$$

5.1.3.1.2. Promedios móviles

Es una técnica que se utiliza para pronósticos a corto plazo. Al presentarse cambios en el patrón de la información histórica, por la presencia de una tendencia, ciclaje, estacionalidad o una combinación de estas, la técnica de los promedios móviles no se adapta rápidamente al cambio. (Torres Acosta, 1994).

$$Mt = \frac{1}{N} \sum_{t=T-N+1}^T D_t$$

T: periodo para el cual se está deduciendo el promedio M

t= es el periodo de la demanda observada (D_t)

N=Número de observaciones para el promedio

El promedio M_t también se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$M_{T+1} = M_t + \frac{1}{N}(D_{T+1} - D_{T-N+1})$$

El primer T debe ser igual a N. Se calculan los índices para cada periodo T mediante la siguiente relación:

$$I_T = D_T / M_T$$

Para calcular el pronóstico de cada mes del siguiente año, se organizan los resultados de I_T de tal forma que exista correspondencia entre los índices por mes y por año, es decir que por ejemplo los índices para el mes 1, años 1, 2, 3, 4, 5, 6 serían $I_1, I_{13}, I_{25}, I_{37}, I_{49}, I_{61}$ y de la misma forma para los demás meses del año.

Una vez organizados los índices para los meses (t) y años (m) de la información histórica, se procede a determinar los índices de temporada IT_t .

$$IT_t = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M I_{tm} \text{ para todos los } t \text{ meses del año}$$

Finalmente, el propósito será el promedio móvil por mes teniendo en cuenta que sea para el último año, es decir M_{tM} multiplicado por el IT_t

$$Z = M_{tM} * IT_t \forall t = 1, \dots, n$$

5.1.3.1.3. Suavización exponencial

La utilización de los métodos de pronóstico normalmente requieren de una gran cantidad de datos, lo que puede convertirse en un problema de almacenamiento de información. La suavización exponencial elimina este tipo de problemas porque el índice de suavización (α) permite darles peso o ponderación a las observaciones de la información histórica, dándole mayor importancia a los datos más recientes o a los más antiguos de acuerdo con el nivel de conveniencia que se requiera manejar en el resultado de los pronósticos. (Torres Acosta, 1994)

La actualización del promedio M_t es el siguiente:

$$M_t = M_{t-1} + \frac{d_t - M_{t-1}}{N}$$

Al reunir los términos semejantes se tiene:

$$M_t = \frac{1}{N} d_t + \left(1 - \frac{1}{N}\right) M_{t-1}$$

Este promedio, hablando estrictamente, ya no es un promedio móvil, sino que se puede ver cómo un promedio ponderado de los datos actuales y la estimación anterior de la media del proceso. El factor $1/N$ lo sustituimos por el valor α ($0 \leq \alpha \leq 1$) y el estimador M_{t-1} por S_{t-1} .

De esta forma el pronóstico para suavización exponencial es:

$$S_t = \alpha d_{t-1} + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad \text{que corresponde al promedio}$$

De la fórmula anterior se deduce que α es la ponderación dada a la observación más reciente, de manera que una ponderación grande (cercana a 1) hará que el pronóstico sea más sensible al dato más reciente, mientras que un valor más pequeño (cercano a 0) le dará más peso a un valor promedio.

5.1.3.1.4. Suavización exponencial doble

Para hacer un pronóstico cuando existe una tendencia, el método de suavización exponencial doble puede ser utilizado para obtener el pronóstico. La siguiente ecuación representa el proceso de generación de datos para una serie con tendencia.

$$Y_t = (a_t + b_t) + \epsilon_t$$

Donde a_t y b_t son los parámetros del proceso y ϵ_t es el error por variación aleatoria con valor esperado igual a 0 y varianza σ_t^2

Para reducir el efecto de aleatoriedad se puede usar la diferencia de los promedios calculados en dos periodos sucesivos, de modo que la pendiente en el tiempo T sería:

$$B_t = S_t - S_{t-1}$$

El conjunto general de fórmulas que permite el cálculo para suavización exponencial doble es el siguiente:

- Fórmula para la estimación de la ordenada:

$$S_t = \alpha d_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1})$$

- Fórmula para la estimación de la pendiente:

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1}$$

- Fórmula para el pronóstico:

$$F_{t+k} = S_t + kB_t$$

5.1.3.1.5. Método Winters

Cuando en la base de la información tomada como referencia para el cálculo de los pronósticos se presentan variaciones que muestren comportamientos de estacionalidad, uno de los métodos de mayor utilización es el de Winters. Los componentes básicos del método son:

- Componente de nivelación $a_{0,2N}$
- Pendiente a_1
- Factor de estacionalidad C_t

El procedimiento para el cálculo del pronóstico es el siguiente:

- a. Determinación de los promedios μ_1 y μ_2

$$\mu_1 = \frac{\sum_{t=1}^T x_{t1}}{N} \text{ y } \mu_2 = \frac{\sum_{t=1}^T x_{t2}}{N}$$

- b. Determinación de la pendiente a_1

$$a_1 = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{N}$$

- c. Determinación del valor de nivelación

$$a_{0,2N} = \mu_2 + a_1 \left(\frac{N - 1}{2} \right)$$

- d. Determinación de a_0

$$a_0 = a_{0,2N} - a_1(2N)$$

- e. Determinación del factor de estacionalidad

$$C_t = \frac{x_t}{(a_0 + a_1 t)}$$

- f. Determinación del promedio C_t
- g. Determinación del pronóstico S_t

$$S_t = (a_{0,2N} + a_1 t)(\bar{C}_t)$$

5.1.4. Secuenciación

“El objetivo de la programación de operaciones es determinar que operaciones se van a realizar sobre los distintos pedidos durante el horizonte de planeación en cada centro de trabajo, de forma que, con la capacidad disponible en cada uno de ellos se cumplan las fechas de entrega planificadas, empleando el menor volumen de recursos e inventarios posible

La asignación de pedidos en cada centro de trabajo depende de la forma en cómo se lleve a cabo la producción, es decir, si esta es en forma lineal o continua, o si por el contrario es por lotes haciéndose necesario esperar a que un centro de trabajo termine el procesamiento de todo un lote para poder proseguir a la operación siguiente.

Si el pedido se encuentra en una sola maquina o instalación, su secuenciación puede efectuarse teniendo en cuenta los tiempos de preparación, o por el contrario no tenerlos en cuenta. De igual forma si hay diferentes pedidos en una sola línea se pueden tomar en cuenta las reglas de priorización para ordenar la secuenciación de cada uno de los pedidos.

Dentro de las reglas de prioridad influye el tiempo total necesario para la elaboración de pedidos. De acuerdo con ello, se debe de establecer la secuencia para cumplir las fechas de entrega de pedidos, siempre y cuando implique el menor tiempo total de fabricación teniendo en cuenta a su vez el ingreso de pedidos, dentro de las reglas de priorización tenemos, Operación más corta, Operación más larga, Primero en entrar primero en salir, Ultimo en entrar primero en salir y Menor tiempo de entrega.

Existen otros métodos de programación que buscan optimizar las asignaciones por medio de modelos matemáticos, la programación lineal y programación estocástica. La programación estocástica trata con situaciones donde algunos de los parámetros se describen mediante variables aleatorias mientras que en la programación lineal el modelo matemático debe realizar la definición previa de las variables de decisión sobre las cuales va a actuar el modelo”. (Hernández, M. & Muñoz, M. 2004, pág. 94)

5.1.5. Tiempos y movimientos

“En vista de la creciente necesidad del mejor aprovechamiento de la mano de obra y la reducción en costos de la producción, es necesaria una mejor utilización de los recursos humanos y materiales. Ante las necesidades de la administración y supervisión de las empresas surge la medición del trabajo como una herramienta que si es aplicada por personas debidamente entrenadas, dará resultados satisfactorios”. (García Criollo R., 1998).

De acuerdo al planteamiento del problema tenemos claro que una de las fallas principales es la estandarización de procesos, es por esto que consideramos a la medición del trabajo como un punto clave en el desarrollo del proyecto. La diversidad de pensamientos, culturas y niveles educativos requiere de buenas habilidades para manejar el personal de forma eficaz con el fin de que cada trabajador tenga niveles de productividad buenos.

“El diseño de puestos se define como la función de especificar las actividades laborales de un individuo o un grupo en un contexto organizacional. Su objetivo es crear estructuras laborales que cumplan las necesidades de la organización y su tecnología, y que satisfagan los requerimientos personales e individuales de la persona que ocupa el puesto.”(Chase et al., 2009, pág. 187)

Pretendemos en la PYME Calzado D'Lucca que exista una mejor estandarización de procesos para poder hacer cálculos razonables y hacer la programación de la producción de acuerdo a las capacidades de la empresa. A continuación se muestra un esquema de las decisiones del diseño del puesto de trabajo.

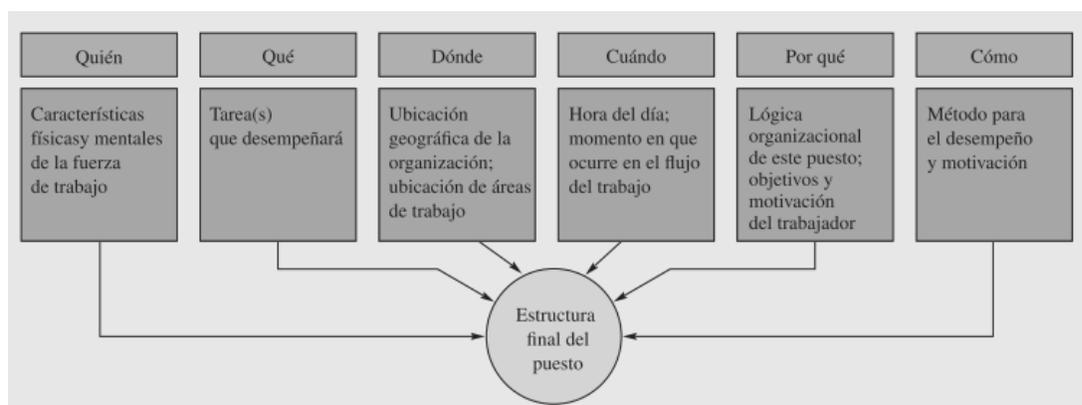


Ilustración 1 Decisiones del diseño de puestos tomado de (Chase et al., 2009, pág. 187)

5.1.5.1. Técnicas para la medición del trabajo

Existen técnicas de mediciones directas e indirectas, pero para el caso de este trabajo se tendrán en cuentas las dos técnicas de medición directas más usuales:

Estudio de tiempos: es el caso en el que se hace uso de un cronometro para tomar los tiempos de cada una de las actividades que realiza un operador o máquina con el objetivo de obtener métricas de desempeño.

Muestreo del trabajo: es el caso en el que se evalúan si los movimientos que realiza una persona o maquina son los adecuados. Se realiza con el fin de eliminar movimientos innecesarios y mejorar el diseño de los puestos de trabajo.

5.2. Estado del Arte

Se realizó la consulta de diferentes tesis de grado y proyectos similares al planteado en este trabajo con el fin de tener un punto de partida, comparar problemática abordada, metodología usada, y resultados alcanzados durante su desarrollo. Luego de la lectura y análisis de estos proyectos se obtuvo una visión más clara y completa acerca de cuáles son los principales problemas identificados en estos tipos de empresas y se tuvo en consideración diferentes factores que tal vez no se habían formulado en un principio. Estos cinco trabajos descritos a continuación aportan información relevante sobre la caracterización del sector, la aplicabilidad de diversas herramientas y estrategias como Lean Manufacturing y optimización de procesos en toda la cadena de abastecimiento sin descuidar los costos operativos y logísticos en que incurre toda organización.

(Olivos & Orue, 2015) desarrollaron un trabajo enfocado en las PYMEs de textil de México a través de análisis de factores donde proponen un modelo de gestión logística ofreciendo una solución integral en cuatro áreas importante de una PYME: inventarios, almacenamiento, producción y distribución. El modelo de producción en el que se basaron fue un sistema mixto Empujar/jalar el cuál es igual al sistema de producción de calzados D’Lucca. El siguiente es el modelo conceptual que se plantea en este trabajo.

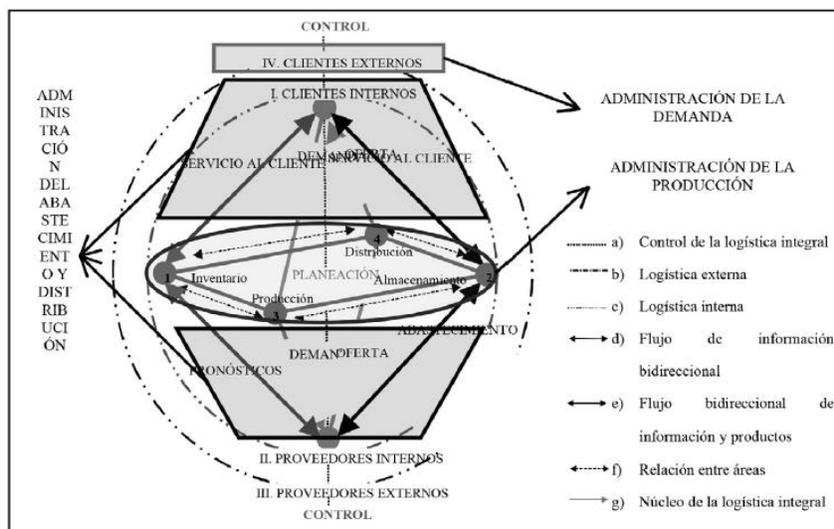


Ilustración 2 Modelo conceptual de gestión logística para PYME, tomado de (Olivos & Orue, 2015)

Aquí concluyen que para asegurar un buen desempeño entre los factores de abastecimiento y distribución con el factor producción deben ser controladas el tiempo de ciclo de la orden de compra y estandarizar el surtimiento de materiales a las estaciones de trabajo a tiempo, secuencia y cantidad.

El proyecto desarrollado en Calzado Estilos Bakanos Ludi por (Ramirez Ortiz, 2012) buscaba realizar una valoración de la situación actual y proporcionar una propuesta de mejora para la distribución en planta con el fin de organizar las áreas de trabajo, equipos, maquinaria, transportes de material y producto terminado, almacenamiento, etc., consiguiendo economía en el trabajo y mitigación de riesgo a los trabajadores.

El trabajo realizado por (Aguirre Alvarez, 2014) consistió en el análisis de herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las PYMEs con el fin de mejorar la productividad. Inicialmente realiza una caracterización de las PYMEs destacando los aportes que

presentan para la producción y el impacto sobre la economía del país e identificando oportunidades de análisis para potenciar su participación industrial a través del mejoramiento de procesos. El desarrollo de la tesis se realizó a través de un caso en una microempresa de dulces de leche recreando tres escenarios correspondientes a tres herramientas Lean: TOC, Andon y TPM. Por medio de la simulación de un software SIMUL 8 y el diseño de un plan experimental.

(Aponte & Torres, 2015) desarrollaron un software para favorecer los servicios de tecnología de la información y las comunicaciones en las PYMEs, más específicamente en el sector calzado de Bogotá. Este aplicativo fue creado para la consideración de conceptos de la investigación de operaciones y la toma de decisiones óptimas en las PYMEs de la industria de calzado.

El trabajo “Las PYMEs: Costos en la cadena de abastecimiento” desarrollado por (Díaz, García, & Porcell, 2008) presenta las consideraciones fundamentales para caracterizar un sistema de costeo en cadenas de abastecimiento asociadas a PYMEs. El trabajo establece los componentes de costos para cada una de las etapas funcionales básicas de la cadena de abastecimiento, provisión, producción, y distribución. También guía el costeo por actividades bajo un contexto logístico que facilita al tomador de decisiones integrar las diferentes etapas de la cadena, propiciando al mismo tiempo el proceso de toma de decisiones, el análisis de las operaciones logísticas y productivas.

El proyecto “Estrategias Logísticas para el abastecimiento de las PYMEs del sector confección en el Municipio de Itagüí” realizado por (Zuluaga Mazo & Javier López, 2010) explica las estrategias Logísticas que aplican las PYMEs del sector de confección del Municipio de Itagüí, en el abastecimiento de materias primas, insumos y otros recursos para las operaciones de entrada y salida en los mercados regionales, nacionales e internacionales con el fin de plantear

posibles estrategias y nuevas alternativas que se puedan aplicar a la realidad actual del sector. Desde el análisis y evaluación de la cadena de suministro e incluso desde el interior de la unidad productiva, este trabajo concluye que se deben abordar cuatro medidas estratégicas: Gestión de inventarios, planeación de ventas y operaciones, planeación de la demanda y entregas certificadas para mejorar la competitividad y productividad del sector.

Los cinco proyectos seleccionados aportan información y resultados importantes a este trabajo y en la PYME D’Lucca, varios de ellos coinciden en que la minimización de costos, la optimización de la cadena de abastecimiento y la reducción de desperdicios en todo el sistema productivo, genera crecimiento, sostenibilidad y competencia para las pequeñas y medianas empresas colombianas. Una de las barreras que se describen en los proyectos es el poco capital con el que cuentan la mayoría de PYMEs de nuestro país para implementar herramientas más robustas para el mejoramiento de procesos, también los impuestos que las empresas deben pagar por su operación hacen que los márgenes de utilidad estén a lo sumo entre un 10% y un 15%, lo cual hace de estas empresas, organizaciones “competentes” (porque permanecen en el mercado) pero no “competitivas” (diferenciadoras).

Resaltamos el último proyecto mencionado, realizado por los estudiantes de la Universidad Libre quienes desarrollaron un software de utilización libre para PYMEs del sector calzado de Bogotá, permitiendo que los dueños de estas empresas tengan una agenda de control productivo, agenda de seguimiento a sus clientes y una agenda para control del talento humano, constituyendo una herramienta que ayuda a optimizar los procesos de mejoramiento continuo.

5.3. Marco Normativo

A continuación, se muestran las principales normas, leyes y resoluciones que se rigen en la producción y la logística que se familiarizan con en el sector del calzado. Por este motivo es

necesario escoger detalladamente cuales de estas normas, leyes y resoluciones son las que más afectan a la empresa de estudio y de esta forma tenerlas como referencia en la elaboración de este proyecto. En la página del ICONTEC encontramos varias normas técnicas que aplican a la producción del calzado en cuero, también se hizo una búsqueda en la página del Ministerio de Comercio Industria y Turismo.

Resolución No. 510 del 19 de marzo de 2004

Ley que reglamenta el etiquetado de calzado en Colombia, en el artículo 5 se expresa el carácter obligatorio del registro en el Registro de Fabricantes e Importadores de la Superintendencia de Industria y Comercio, luego, este formulario debe ser radicado en este mismo organismo, mediante el cual se verificará, promocionará y controlará el cumplimiento de las normas técnicas.

Ley 905 de 2004

En ella se estipulan todas aquellas normas, requerimientos, beneficios, y demás disposiciones que regulan la promoción y desarrollo de la micro, pequeña, y mediana empresa en Colombia, e inclusive la internacionalización de la misma. En esta, se legalizan diferentes medidas de apoque para el microempresario, como es la prestación de servicios de capacitación, sistemas de información, mecanismo para la financiación para la creación de nuevas empresas o el crecimiento de las existentes mediante el FomiPYME.

Proyecto de acuerdo No. 012 DE 2014

"Por el cual se declara de interés cultural la actividad productiva del calzado en cuero, marroquinería y afines que se realiza en el Barrio el Restrepo del Distrito Capital"

El objeto de esta iniciativa es declarar de interés cultural la actividad productiva del calzado en cuero, marroquinería y afines, que se realiza en el Barrio el Restrepo del Distrito Capital, con el fin de fortalecer y promover el sector.

De igual manera, el Proyecto busca que el Instituto Distrital de Cultura y Turismo - IDCT- en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Económico, y las demás entidades distritales y locales competentes, propendan por el fortalecimiento y promoción del sector, dentro de sus competencias.

Normas que deben consultarse según Icontec

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen disposiciones de esta norma. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación:

NTC E-67 Industria del cuero. Suela sintética y de caucho natural para fabricación de calzado.

“Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir y los ensayos a que debe someterse el calzado de calle, fabricado en cuero bovino plena flor o flor corregida, para hombres, damas o niños”.

NTC 1082 Caucho. Suelas y tacones de caucho.

“Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las suelas, tacones y tapas de caucho como productos terminados empleados en la fabricación de calzado de calle, deportivo e industrial”.

NTC 1640 Medidas de los zapatos.

“Esta norma establece el método de rotulado de las tallas de zapatos en el sistema de medidas denominado Mondopoint”.

NTC 1984 Caucho. Adhesivos de caucho sintético.

“Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los adhesivos de caucho sintético (policloropreno) en base de solventes orgánicos, para uso general”.

NTC 2216 Industria del cuero. Cuero de ganado bovino para fabricación de calzado.

“Esta norma establece los requisitos que debe cumplir y los ensayos a que debe someterse el cuero de ganado bovino destinado a la fabricación de capelladas”.

NTC 2038 Industria del cuero. Calzado de cuero.

“Establece los requisitos que debe cumplir y los ensayos a que debe someterse el calzado de calle, fabricado en cuero bovino plena flor o flor corregida, para hombres, damas o niños”.

6. Diseño Metodológico

6.1. Tipo de Investigación

Para dar cumplimiento al objetivo se definió aplicar el tipo de investigación mixto (cualitativo y cuantitativo). Este tipo de investigación nos permite recolectar toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto para analizarla en una etapa posterior, documentarla y cuantificarla para nuestro objetivo propuesto. A través del diseño metodológico debemos diagramar o graficar la secuencia de recolección, análisis e interpretación de los datos obtenidos.

Con este tipo de estudio se puede tener mayor creatividad en el abordaje del proyecto, tendremos la posibilidad de descubrir fenómenos atípicos y casos extremos. También habrá una mayor productividad en la recolección y el análisis de datos y contaremos con la posibilidad de innovar en los marcos conceptuales y metodológicos.

6.2. Fuentes de Obtención de la información

Para este trabajo se tuvo en cuenta información primaria secundaria y terciaria haciendo uso de datos históricos de la empresa, bases de datos digitales, bibliotecas y la web.

6.2.1. Fuentes primarias

Todos los datos utilizados para los cálculos y análisis fueron sacados directamente de los archivos que maneja la empresa para el control de pedidos, pagos de nómina y control de la producción. Estos datos fueron suministrados por el gerente de la empresa y fue necesario realizar depuración de los datos con el fin de disminuir ruidos en el análisis. También se recopilaron facturas para determinar los materiales y las cantidades utilizadas en los zapatos.

6.2.2. Fuentes secundarias

Como fuentes secundarias se hizo uso de bases de datos digitales y bibliotecas para la búsqueda de artículos en revistas científicas, libros, conferencias, etc. que estuvieran relacionados con los objetivos del proyecto.

6.2.3. Fuentes terciarias

Se hizo uso de la Web para la búsqueda de resoluciones, decretos, leyes, etc. que reglamentaran y regularan el funcionamiento del sector de calzado en Colombia y Bogotá.

7. Resultados

Se realizó tratamiento estadístico a la información disponible en la organización referente a demandas, producción, tiempos de procesamiento, costos, máquinas y demás variables asociadas al estudio de mejora al proceso de producción.

El análisis de datos se enfocó en el zapato formal para caballero ya que es el producto más vendido y por ende el más representativo de la fábrica. Se realizaron pronósticos de la demanda con base en datos históricos de la empresa y posteriormente se realizó un análisis de medición y metodología del trabajo por área con el objetivo de proponer una secuenciación de tareas y hacer la programación de la producción. Se realizó análisis de productos en proceso, flujo de materiales y de información, requerimiento de materiales, capacidades de fabricación y niveles de inventario con el fin de proponer alternativas viables de mejoramiento en el corto y mediano plazo.

Población:

El personal con el cual cuenta la PYME D'Lucca es fundamental en el desarrollo del análisis ya que son quienes poseen la información clara de los procesos y operatividad de las máquinas. Actualmente cuentan con:

1 Gerente General, Educación básica, masculino

1 Gerente Financiero y representante legal, Educación básica, femenino

14 Operarios, sin educación o educación básica, especializados por tarea, masculino y femenino

Se socializó el estudio con el personal y se procedió a levantar información correspondiente a tiempos, capacidades, turnos y análisis de procesos en búsqueda de alternativas de mejora.

Materiales: Para el trabajo fue necesario de una computadora con Microsoft office para el desarrollo de análisis, tratamiento y compilación de datos, cronómetros para la toma de tiempos, registros históricos de ventas y compras, papel, flexómetro y acceso a Internet.

Técnicas: El trabajo se llevó a cabo enfocándose en las técnicas de Medición y Metodologías del Trabajo, Pronósticos de demanda, MRP (Materials Requeriment Planning – Planeación de los Recursos de Materiales), CRP (Capacity Resource Planning – Planificación de los recursos de Capacidad), secuenciación y niveles de Inventario.

Procedimientos: Para cada una de las técnicas se consultaron los históricos de datos que la compañía se ha encargado de documentar. Se determinaron las variables involucradas en los procesos, se realizaron mediciones y se documentaron en formatos y tablas para ser analizados y finalmente se sugirieron mejoras al sistema productivo de la PYME D’Lucca. A continuación, se describe de forma breve la forma en que se llevó a cabo el desarrollo de este trabajo.

7.1. Fases de estudio.

El proyecto desarrollado en la PYME D’Lucca fue definido en tres fases con el fin de realizar diferentes tareas que contribuyeron a la creación de una propuesta inicial de mejora del sistema productivo.

Fase 1. Recolección y análisis de la información.

Se recolectó toda la información necesaria para darle tratamiento y depuración, lo cual permitió análisis posteriores, el objetivo principal de esta fase fue determinar el estado actual de la compañía que permitió establecer en una fase posterior las debilidades y oportunidades de mejora. Esta recolección de información fue tomada en el siguiente orden:

- Caracterización del sector y estado actual de la empresa.
- Selección de familia de productos/producto para el estudio.

- Observación del proceso, levantamiento de diagramas de operaciones, diagrama de flujo de proceso, fichas técnicas de productos, distribución en planta.
- Medición y metodología del trabajo.
- Pronósticos y análisis de la demanda.
- Análisis de la información.

Fase 2. Identificación de debilidades y oportunidades de mejora.

Luego de recolectar y analizar la información, el siguiente paso para el posterior desarrollo de la propuesta fue identificar los puntos críticos del sistema productivo y evaluar las posibles mejoras a través del análisis de la información recolectada de la siguiente forma:

- Evaluación de los factores (material, maquinaria, mano de obra, movimiento, esperas, servicio, infraestructura, flexibilidad).
- Análisis de los procesos claves de negocio (planeación, abastecimiento, manufactura y entrega).
- Coordinación de actividades (predicción de la demanda, planificación de la producción, envío y entrega, organización del intercambio de información).

Fase 3. Propuesta de mejora para la PYME D' Lucca.

En esta última fase se desarrolló un documento con propuestas iniciales de mejora al sistema productivo con el fin de mejorar los tiempos de entrega del cliente, proyectar un crecimiento a mediano plazo, reducir costos operativos y ser más competitivos en el mercado de lo que son actualmente. Para esto se tuvo en cuenta:

- Elaborar conclusiones y propuestas de mejora.

- Creación del documento.
- Presentación en la empresa.

7.2. Recolección de la información.

En esta parte se muestran los procedimientos llevados a cabo en cuanto a la recolección de información primaria y secundaria con el fin de hacer los respectivos análisis.

7.2.1. Historia de la empresa.

Calzado D' Lucca nació en 1998 como una iniciativa de la sociedad conformada por Edgar Parada y Juan Carlos Pineros, inicialmente el nombre de la empresa era Gianlucca, este nombre fue escogido por uno de los dueños con base a un jugador de fútbol debido a que se quería asociar un término italiano a la marca para poder diferenciarlo de los de la competencia.

La planta contaba con dos niveles y disponían de un almacén para la venta de sus productos. En el año 2000, calzados D' Lucca se convierte en proveedor de calzado Marco Polo, convenio que se mantiene hasta la actualidad.

En el 2003, tras cinco años de trabajo de la sociedad Parada – Pineros, se disuelve por diferencias de intereses y quien queda a cargo de la empresa es Edgar Parada, cambiando la razón social como se conoce actualmente “Calzados D' Lucca”.

En el año 2006 se consolidan otros elementos de carácter legislativo de manera que la Administración se formaliza, por problemas de historial crediticio de su esposo “Edgar Parada” aparece como propietaria ante la Cámara de Comercio de Bogotá la señora Rosa Lilia Hernández. Más tarde se crea la necesidad de expandir la compañía así que adquieren créditos para cumplir este propósito.

En el año 2010 requieren de la contratación de satélites para suplir los elementos que no se pueden producir en la planta del trabajo. En este mismo año se genera un nuevo convenio donde se convierten en proveedores de CALIFA.

En el año 2011 empiezan a ser proveedores de GASOLINA EXTRA y REPUBLICA TAXI. Para este entonces la planta es ampliada a tres niveles.

Para el año 2013 logran hacer algunos contratos en la ciudad de Bucaramanga y actualmente están viendo la posibilidad de exportar zapatos a Ecuador.

7.2.2. Organigrama.

El recurso humano de la PYME D' Lucca está conformado de la siguiente forma: un gerente general, un gerente financiero que a su vez es el representante legal, un jefe de producción, una secretaria financiera y ventas y una persona encargada de ventas, un auxiliar de compras, una persona encargada de los despachos y 12 personas en la parte operativa.

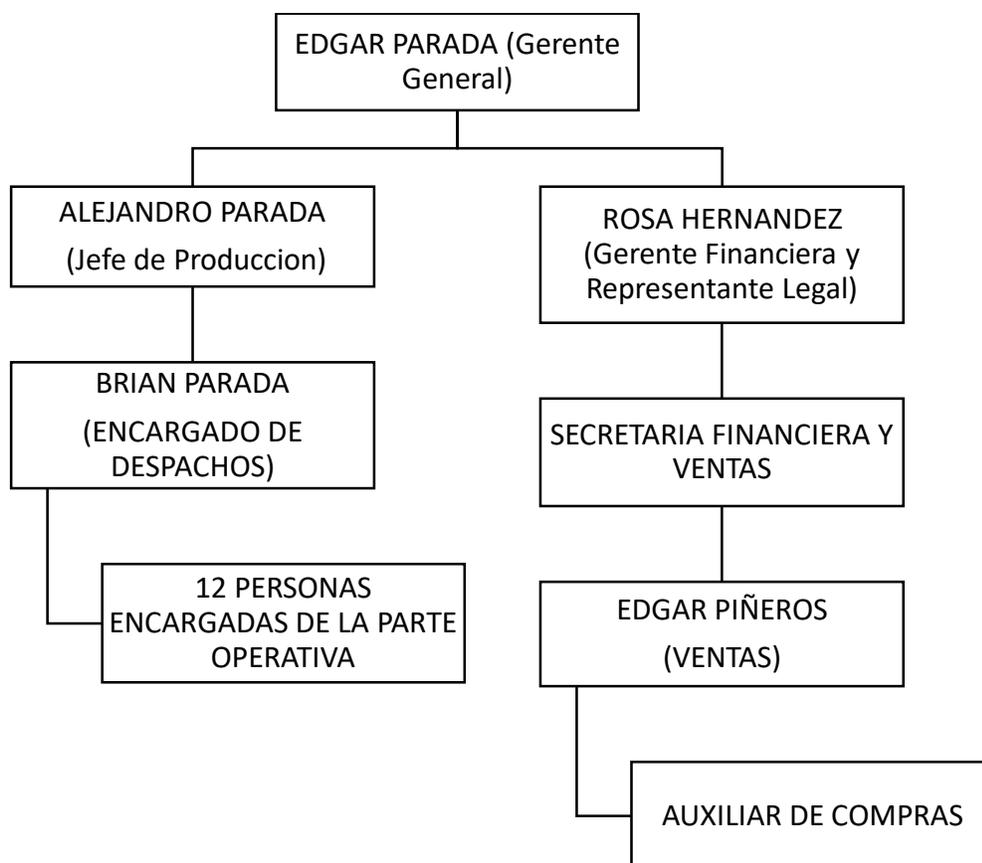


Ilustración 3 Organigrama

7.2.3. Descripción de Proceso.

Actualmente la compañía no cuenta con los recursos económicos necesarios para la tecnificación de algunos procesos, el desarrollo de diseños propios y también para la expansión de mercados, es por esto que los diseños que utiliza la empresa han sido tomados de ferias a las cuales ha asistido su gerente y que ha mantenido por la aceptación de sus clientes. La innovación es muy pequeña.

En cuanto a la elaboración de calzado, en la PYME D' Lucca se desarrollan seis operaciones principales: corte y marcado, desbaste, guarnición (armado), guarnición (costura), soldadura y finalizaje. Dos de estas operaciones se realizan totalmente con máquina y las demás se desarrollan de forma mixta, es decir, manualmente y con la ayuda de máquinas y/o herramientas.

A continuación describimos estas seis operaciones principales:

Corte y Marcado: este proceso consiste en el corte de las pieles de cuero y forros utilizando cuchilla y con el uso de moldes de cada una de las piezas que componen el zapato de acuerdo a la referencia y número de calzado. El operario realiza este proceso de forma manual y de pie. En esta primera operación se busca el máximo aprovechamiento de las pieles para reducir el desperdicio.

Luego de tener las piezas cortadas se realiza el marcado de cada una de ellas siguiendo las guías que los moldes poseen, este marcado se realiza sobre el cuero con un puntero de forma manual. Esta tarea contribuye para que el proceso de guarnición (armado y costura) sea más fácil y el zapato luzca simétrico.

Desbaste: luego del corte y marcado, las piezas son procesadas en la máquina desbastadora para la reducción del calibre de la piel, esta tarea también ayuda a la manipulación del material y facilita el proceso de armado. El desbaste se realiza totalmente con máquina y el trabajador está sentado en toda la operación.

Guarnición (armado): está dividido en diferentes tareas que componen el ensamble de las piezas de cuero y forros siguiendo las guías del marcado. Se realizan dobleces de los bordes de los cortes y se usa hiladillo para darle consistencia al cuero y evitar posibles desgarres. Posteriormente se realiza el armado de las piezas y el forrado de cada una de ellas para ser llevadas a la siguiente operación. Este grupo de actividades las realiza el trabajador sentado de forma manual y con la ayuda de algunas herramientas.

Guarnición (costura): con el conjunto de piezas ya armado se procede a la costura del cuero dándole forma a lo que en la empresa se conoce como “corte”. Este proceso se realiza totalmente con máquina y el operario está sentado durante la operación.

Soladura: Es un conjunto de operaciones que dan como resultado el montaje final de las partes principales del calzado. La primera tarea consiste en pegar la odena a la horma, luego se coloca el “corte” y se sujeta en la parte de abajo a la odena por medio de tachuelas y con la ayuda de pinzas. Posteriormente el trabajador se traslada a la pulidora para cardar o pulir la parte inferior donde más tarde se pegará la suela con el fin de que la superficie quede lo suficientemente lisa para un óptimo pegado.

Luego de cardar, se debe aplicar el activador a la suela y odena para pegar estos dos elementos. Después de una espera adecuada se calientan la suela y zapato en el horno para ser pegados en la prensa. Finalmente se retira la horma del zapato.

Algunas de las tareas de la soladura se realizan de forma manual y otras con la ayuda de máquinas y/o herramientas. El operario en algunas partes del proceso realiza los procedimientos sentado y en otras de pie.

Finizaje: es el proceso donde se realiza el acabado final del zapato. Se pega la plantilla del zapato revisando que no queden tachuelas sobresaliendo. Se retiran todas las hebras sobrantes producto de la costura. Se quita residuos de pegante por medio de goma. Se aplica tinta a los bordes blancos del cuero. Se colocan ojales y cordones de acuerdo a la referencia del zapato y se aplica brillo a todo el cuero. Finalmente el producto se empaca en cajas y se almacena en la bodega.

7.2.4. Sistema de producción.

Podemos definir el tipo de proceso de fabricación de la PYME D' Lucca como Flow Shop o enfoque estratégico repetitivo, ya que las series de trabajo para realizarse necesariamente pasan a través de todos sus procesos y máquinas en el mismo orden, las diferentes referencias de calzado tienen una relación de secuencia y procesos. Por otro lado, la empresa maneja cierta

flexibilidad en cuanto a las referencias que fabrica y un nivel medio de volúmenes de producción de acuerdo a cada temporada.

La programación de la producción está orientada al pedido realizado por el cliente y el proceso se desarrolla por lotes de acuerdo a la referencia de calzado. Como nunca se ha desarrollado un estudio de tiempos y movimientos, no se cuenta con estándares por referencia de calzado ni tampoco se tiene información de capacidades por área o proceso. Es por esto que en ocasiones se ven en la necesidad de sobrecargar los puestos de trabajo o extender la jornada laboral con el fin de cumplir los tiempos de entrega al cliente.

Nosotros como analistas identificamos lo anterior como una oportunidad clara de mejora ya que si obtenemos los estándares de fabricación estos pueden ser utilizados para la planeación y control de las operaciones, además de mejorar la productividad.

7.2.5. Producto.

La PYME D' Lucca se dedica a la fabricación de calzado para hombre, los tipos de familias o líneas de producto se pueden clasificar en: botines, caballero, dama, junior y sport. La demanda de la familia caballero tiene una demanda regular durante todo el año y fluctúa de acuerdo a las ventas mensuales de cada referencia de zapato. Esta línea de calzado representa el mayor volumen de producción por lo que se decidió analizar sólo esta familia en el proyecto.

Estos son los tipos de referencias de zapatos que en este momento la compañía está vendiendo.

Tabla 1 Ficha técnica, ref. 610

NOMBRE	Zapato colegial ref. 610	
DESCRIPCION	Zapato colegial con cordón	
CARACTERISTICAS	Cuero tipo Verona negro	
EMPAQUE	Empaque en caja de cartón por par	

Tabla 2 Ficha técnica, ref. 754

NOMBRE	Zapato de amarre ref. 754	
DESCRIPCION	Zapato formal con cordón	
CARACTERISTICAS	Cuero tipo napa negro	
EMPAQUE	Empaque en caja de cartón por par	

Tabla 3 Ficha técnica, ref. 833

NOMBRE	Zapato mocasín ref. 833	
DESCRIPCION	Zapato sin cordón tipo formal	
CARACTERISTICAS	Cuero napa sport negro	
EMPAQUE	Empaque en caja de cartón por par	

Tabla 4 Ficha técnica, ref. 922

NOMBRE	Zapato mocasín ref. 922	
DESCRIPCION	Zapato sin cordón tipo formal para temporada	
CARACTERISTICAS	Cuero napa grasa miel	
EMPAQUE	Empaque en caja de cartón por par	

Tabla 5 Ficha técnica, ref. 928

NOMBRE	Zapato mocasín ref. 928	
DESCRIPCION	Zapato sin cordón para toda ocasión	
CARACTERISTICAS	Cuero napa brillante café o negro	
EMPAQUE	Empaque en caja de cartón por par	

7.2.6. Maquinaria.

La maquinaria utilizada en la empresa es de tipo artesanal, llevan mucho tiempo en la compañía y no existe un programa de mantenimiento preventivo para reducir tiempos muertos en la producción por fallas en el momento de manipularlas. Del mismo modo se evidencian problemas de calidad del producto por el uso de este tipo de maquinaria y se pone en riesgo la integridad física de los operarios.

También observamos que no existen fichas técnicas ni formatos de procedimientos que indiquen como operar la maquinaria y no se cuentan con los elementos de protección personal necesarios para evitar accidentes que atenten con la integridad física del trabajador.

A continuación, presentamos las fichas técnicas de las máquinas utilizadas en el proceso y que fueron realizadas por los autores de este trabajo.

Tabla 6 Ficha técnica, máquina de codo

<p>MAQUINA DE CODO PFAFF REFERENCIA 2855</p>	
<p>DIMENSIONES</p>	<p>120x47x140 mm</p>
<p>DESCRIPCION</p>	<p>Máquina de coser de codo, útil para fabricación de artículos en cuero, ya que puede coser piezas como las empleadas en zapatos, carteras o en otros como chaquetas.</p>
<p>CAPACIDAD</p>	<p>Capacidad de entrada: 45 piezas estándar zapato por hora. Capacidad de costura: hasta 6 mm de espesor.</p>
<p>MATERIAL</p>	<p>Estructura en acero al carbono.</p>
<p>MOTOR</p>	<p>Potencia de motor de ½ HP.</p>
<p>PESO NETO KG.</p>	<p>89</p>

Tabla 7 Ficha técnica, máquina desbastadora

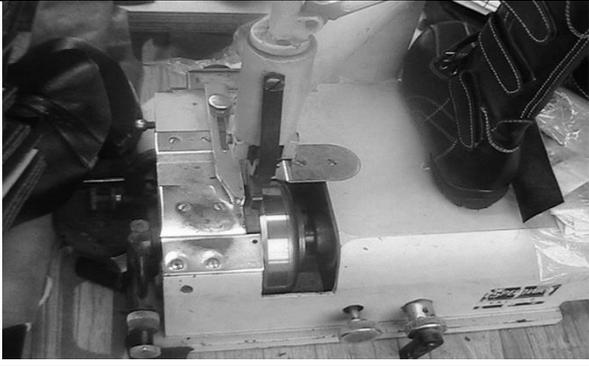
<p>MAQUINA PARA DESBASTE SPEEDWAY YX-2</p>	
<p>DIMENSIONES</p>	<p>120x48x120 mm</p>
<p>DESCRIPCION</p>	<p>Esta máquina sirve para dar acabados superficiales de acuerdo con los cambios físicos que genera el proceso de abrasión.</p>
<p>CAPACIDAD</p>	<p>La capacidad se determina de acuerdo con el tipo de piedra que se instale en forma de granos o aglomerado.</p>
<p>MATERIAL</p>	<p>Estructura en acero al carbono.</p>
<p>MOTOR</p>	<p>Potencia de motor de ½ HP.</p>
<p>PESO NETO KG.</p>	<p>12,5</p>

Tabla 8 Ficha técnica, máquina pulidora

<p>MAQUINA PULIDORA</p>	
<p>DIMENSIONES</p>	
<p>DESCRIPCION</p>	<p>Esta máquina es utilizada para cardar y pulir zapatos y suelas con el fin de dejar lisa la superficie para que el pegado sea consistente.</p>
<p>CAPACIDAD</p>	

MATERIAL	Estructura en acero al carbono.
PESO NETO KG.	

Tabla 9 Ficha técnica, horno tipo artesanal

HORNO TIPO ARTESANAL	
DIMENSIONES	80x42x31 mm
DESCRIPCION	En el horno se somete el zapato y la suela a cierta temperatura con el fin de disminuir el tiempo de secado del pegamento y que la adhesión de estos dos elementos sea óptima.
CAPACIDAD	Tres pares de zapatos cada 6 minutos. Un solo zapato y una suela por evento.
MATERIAL	
PESO NETO KG.	32

7.2.7. Distribución de planta.

La distribución de la planta de la PYME D' Lucca es otro de los factores que se tiene como oportunidad de mejora ya que está conformada por tres pisos y cada uno de los niveles cuenta con espacios reducidos para el desarrollo de la labor operativa.

Distribuir las áreas de trabajo en tres niveles resulta improductivo ya que el sistema de producción que se emplea, donde el producto pasa por todas las áreas de trabajo y en secuencia,

hace que el flujo de material, los traslados de una estación de trabajo a otra y los desplazamientos que tengan que hacer los operarios sean muy grandes.

Ventanas:

La planta cuenta con grandes ventanales en los tres pisos, lo que garantiza una buena ventilación, e iluminación, sin embargo, esto hace que ingresen partículas no deseadas y que pueden afectar la calidad del producto.

Suelo:

El piso del segundo y tercer nivel no tienen enchapado, lo cual hace que los desplazamientos sean incómodos, debido a las formas irregulares y que pueden causar accidentes.

Techo:

La altura de los techos es la adecuada, en el almacén de productos terminados y de materia prima también es el adecuado y el nivel de inventario es mínimo.

Paredes y columnas:

En esta planta las columnas no representan mayor problema, ya que estas se encuentran al nivel de las paredes en la parte interna, por tanto, no reducen el área efectiva de operación.

A continuación, se pueden ver de forma general la distribución de las estaciones de trabajo:

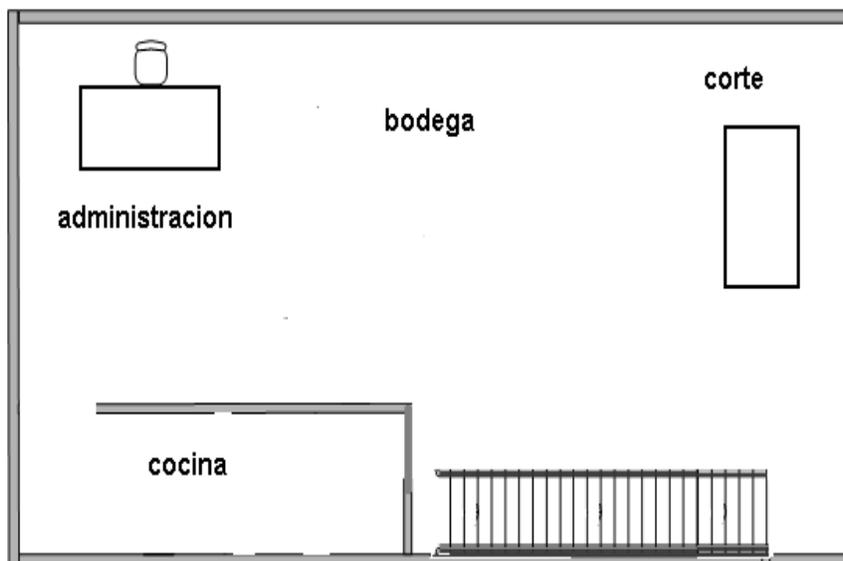


Ilustración 4 Distribución de planta-nivel 1

En este nivel se encuentra una oficina pequeña, una bodega de almacenamiento de pieles de cuero, una cocina y la primera operación de corte y marcado.

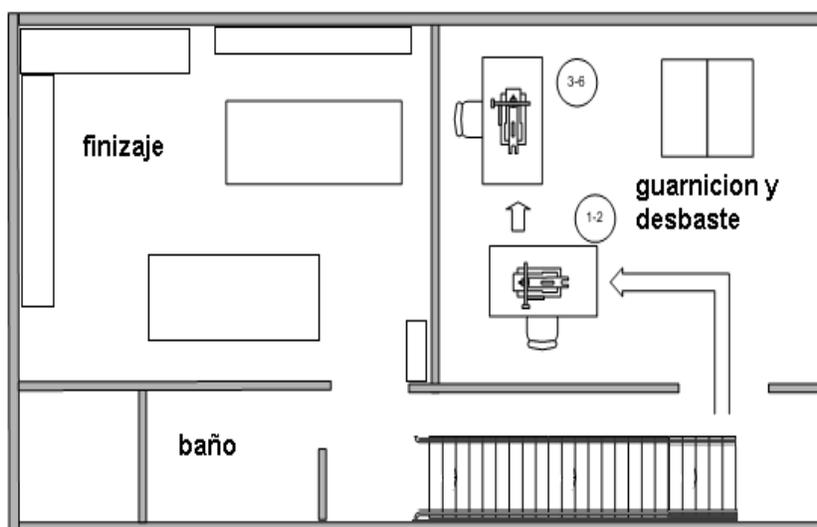


Ilustración 5 Distribución en planta-nivel 2

Las piezas cortadas son llevadas al segundo nivel donde está el área de desbaste, guarnición (armado), guarnición (costura) y finalizaje. También se encuentra un baño en este nivel.

Luego de terminar el proceso de guarnición el material es llevado al tercer nivel donde se realizan todas las tareas de soldadura y donde se ubican la mayoría de máquinas de la empresa. También hay un pequeño almacén de insumos.

Finalizando el proceso de soldadura el zapato es llevado de nuevo al segundo nivel donde se llevan a cabo las actividades de finalizaje. Posteriormente el producto terminado es almacenado en el nivel uno.

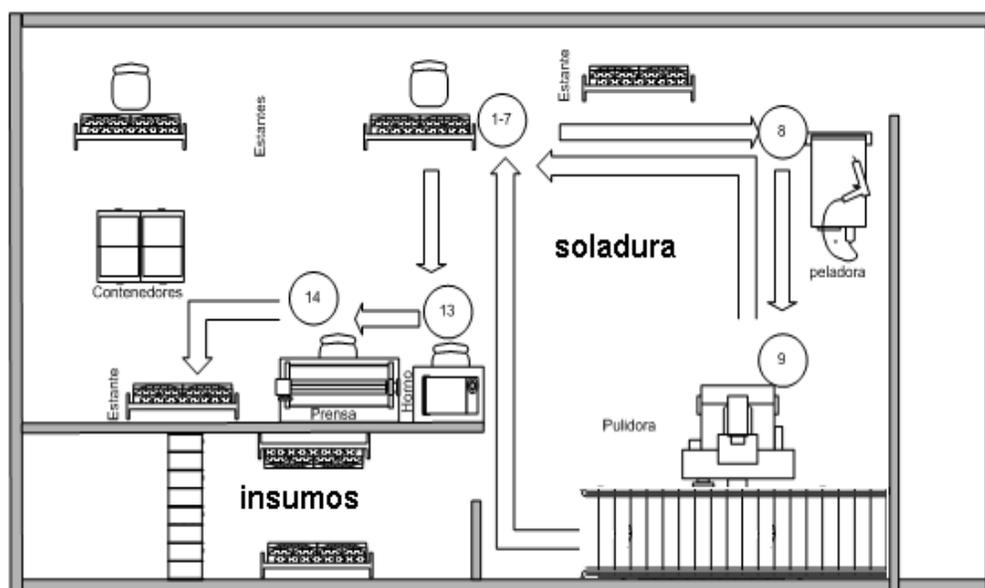


Ilustración 6 Distribución en planta-nivel 3

7.3. Estudio de tiempos y movimientos

Los datos relacionados con tiempos de producción los tomamos a través de un estudio de Medición y Metodología del trabajo, utilizando un cronómetro y elaborando un formato para el registro de la información. Los datos de requerimientos de materiales se obtuvieron de las

facturas de compras que se tienen archivadas. Los costos fijos y variables del producto fueron dados por el gerente.

Luego de haber realizado el levantamiento de procesos, se realizó trabajo de campo para hacer la toma de tiempos de todos los procesos involucrados en la fabricación del zapato, por medio de esta herramienta determinamos el tiempo que un trabajador calificado necesita para la elaboración de un par de zapatos de acuerdo a una secuencia y norma de ejecución.

Estos tiempos más adelante serán utilizados para cálculo de capacidades que facilitarán una mejor planeación y programación de la producción y que permita cumplir con entregas de producto terminado a tiempo a los clientes de la PYME D’Lucca.

El estudio de tiempos y movimientos se desarrolló en las siguientes fases:

Fase 1. Observación: se dividió cada uno de los procesos principales en tareas. Con la ayuda del jefe de producción se seleccionó un trabajador calificado en cada uno de los procesos principales que tuviera pleno control y conocimiento de las tareas y que mantuviera un ritmo constante para la toma de tiempos.

Fase 2. Ejecución: Se realizó un formato para la toma de tiempos (ver anexo – formato de tiempos), se procedió a la toma de los datos con cronómetro de cuenta a cero de cada una de las referencias de la familia caballero y se registró los datos para su posterior tabulación.

7.3.1. Cálculo de número de observaciones.

Para el cálculo del número de observaciones tomamos como referencia la tabla Westinghouse (tabla 10), que fue obtenida empíricamente por el criterio de la General Electric, esta tabla muestra, “*el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año*”. (García Criollo R., 1998).

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10.000/año	1.000 a 10.000	Menos de 1.000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	5
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Tabla 10. Tabla Westinghouse, número de observaciones necesarias – Fuente: Medición del trabajo, 1998.

Se tomó la referencia de calzado 754 que tiene el mayor tiempo estándar con 98,26 minutos (ver tabla 24 – resumen tiempos estándar por referencia) y que fue dividido en 48 elementos para la toma de tiempos. Por lo tanto, el tiempo promedio de ciclo es igual a $98,26 / 48 = 2,047$ minutos, lo cual es igual a 0,034 horas por ciclo.

De acuerdo a la tabla 20 (demanda histórica), por cada referencia de calzado se fabricaron en el año anterior entre 2.547 y 4.197 pares de calzado.

Con los datos anteriores se determinó el número de observaciones necesarias en la tabla Westinghouse, buscando el valor de la celda que intersecta la fila de 0.035 horas (tiempo por

ciclo), con la columna de 1.000 a 10.000 (rango de producción por año). Por lo que el número de observaciones es igual a 15.

7.4. Valoración del ritmo de trabajo.

El sistema Westinghouse, es uno de los sistemas de calificación más utilizados para la valoración del ritmo de trabajo, este método considera cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, en el esfuerzo se debe evaluar si el trabajador realiza las tareas con eficiencia y el tipo de velocidad que aplica. En las condiciones se debe observar el entorno que puede afectar al operario y no a la operación, por ejemplo, temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc. La consistencia debe evaluar las fluctuaciones en los tiempos transcurridos en relación a la media.

La tabla que utilizamos para la calificación de cada uno de los factores es la siguiente:

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 - Habilísimo	+0.12	A2 - Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	

+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

Tabla 11. Valoración del ritmo de trabajo. Medición del trabajo – Ingeniería de métodos, 1998.

El desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, de acuerdo a la valoración percibida por el analista de métodos y tiempos se le deben adicionar los valores de la tabla de arriba.

A continuación, en la tabla 12, se muestra las valoraciones para cada uno de los cuatro factores en cada una de las operaciones principales.

OPERACIONES	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA
CORTE Y MARCADO	C2	C2	E	E
DESBASTE	C1	D	D	C
GUARNICION (Armado)	C1	D	E	E
GUARNICION (Costura)	B2	C2	D	C
SOLADURA	E1	D	E	E
FINIZAJE	C2	D	D	C
ALMACENAJE	C1	D	D	C

Tabla 12 Valoración del ritmo de trabajo por proceso. Elaboración propia.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores de cada factor y valoración total obtenida.

OPERACIONES	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	TOTAL	TOTAL %
CORTE Y MARCADO	0,03	0,02	-0,03	-0,02	1	100%
DESBASTE	0,06	0	0	0,01	1,07	107%
GUARNICION (Armado)	0,06	0	-0,03	-0,02	1,01	101%
GUARNICION (Costura)	0,08	0,02	0	0,01	1,11	111%
SOLADURA	-0,05	0	-0,03	-0,02	0,9	90%
FINIZAJE	0,03	0	0	0,01	1,04	104%
ALMACENAJE	0,06	0	0	0,01	1,07	107%

Tabla 13 Valoración del ritmo de trabajo por proceso (valores). Elaboración propia

Los datos obtenidos en la valoración del ritmo de trabajo se utilizaron para el cálculo del tiempo normal y posterior cálculo del tiempo estándar.

7.4.1. Suplementos.

Se agregó suplementos al tiempo normal ya que las tareas exigen un esfuerzo humano, los trabajadores tienen niveles de fatiga y necesitan intervalos de descanso, además se adicionó suplementos de tiempo para ocuparse de las necesidades básicas.

Los suplementos se pueden clasificar en:

- ❖ Suplementos Fijos (necesidades básicas).
- ❖ Suplementos Variables (fatiga básica).
- ❖ Suplementos especiales.

Los suplementos que se definieron en el estudio de tiempos y métodos se resumen en la tabla 14.

	CORTE Y MARCADO	DESBASTE	GUARNICION (Armado)	GUARNICION (Costura)	SOLADURA	FINIZAJE	ALMACENAJE
SUPLEMENTOS CONSTANTES	9	9	9	9	9	9	9
PERSONAL	5	5	5	5	5	5	5
FATIGA BASICA	4	4	4	4	4	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	3	1	0	3	2	0	3
TRABAJO DE PIE	2	0	0	0	2	0	2
POSTURA NORMAL	0	0	0	0	0	0	0
USO DE FUERZA	0	0	0	0	0	0	0
ILUMINACION	0	0	0	0	0	0	0
CONDICIONES ATMOSFERICAS	0	0	0	0	0	0	0
TENSION VISUAL	0	0	0	2	0	0	0
RUIDO	0	0	0	0	0	0	0
TENSION MENTAL	0	0	0	0	0	0	0
MONOTONIA MENTAL	1	1	0	1	0	0	1
MONOTONIA FISICA	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SUPLEMENTOS	12	10	9	12	11	9	12

Tabla 14 Suplementos. Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 14, para cada una de las operaciones principales se asignaron los suplementos constantes y como suplementos variables se agregaron, trabajo de pie para el corte y marcado, soldadura y almacenaje. Se adicionó tensión visual para la guarnición (costura) debido al esfuerzo visual que tiene que realizar el operario para el detalle de la costura. Y monotonía mental para los procesos de corte y marcado, desbaste, guarnición (costura) y almacenaje.

7.4.2. Cálculo de tiempo normal.

Luego de tomar las mediciones (TO) se obtiene el tiempo promedio por elemento (Te).

$$Te = \frac{\sum Xi}{n}$$

Te = Tiempo promedio por elemento.

Xi = Mediciones consideradas.

n = Número de lecturas consistentes.

Luego de calcular los promedios se procedió al cálculo del tiempo normal (Tn).

$$Tn = Te * (\text{valoración en } \%)$$

7.4.3. Cálculo de tiempo estándar.

Luego de calcular el los suplementos indicados en la tabla 14 y el tiempo normal se procedió a calcular el tiempo estándar (Ts) así:

$$Ts = Tn * \left(1 + \left(\frac{\text{suplementos}}{100}\right)\right)$$

A continuación, se muestran las tablas resumen del cálculo de los tiempos estándar para cada una de las cinco referencias de la línea caballero.

TIEMPO ESTANDAR - REF 610					
OPERACIONES	VALORACION RITMO (%)	TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T. ESTANDAR
CORTE Y MARCADO	100%	478,00	478,00	12	535,36
DESBASTE	107%	297,75	318,59	10	350,45
GUARNICION (Armado)	101%	1259,30	1271,89	9	1386,36
GUARNICION (Costura)	111%	518,30	575,31	12	644,35
SOLADURA	90%	1405,00	1264,50	11	1403,60
FINIZAJE	104%	628,30	653,43	9	712,24
ALMACENAJE	107%	88,95	95,18	12	106,60
		4675,60		Seg.	5138,96
				Min	85,65

Tabla 15 Tiempo estándar ref. 610. Elaboración propia

TIEMPO ESTANDAR - REF 754					
OPERACIONES	VALORACION RITMO (%)	PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T. ESTANDAR
CORTE Y MARCADO	100%	599,35	599,35	12	671,27
DESBASTE	107%	378,85	405,37	10	445,91
GUARNICION (Armado)	101%	1569,55	1585,25	9	1727,92
GUARNICION (Costura)	111%	661,65	734,43	12	822,56
SOLADURA	90%	1409,20	1268,28	11	1407,79
FINIZAJE	104%	628,45	653,59	9	712,41
ALMACENAJE	107%	90,00	96,30	12	107,86
		5337,05		Seg.	5895,72
				Min	98,26

Tabla 16 Tiempo estándar, ref. 754. Elaboración propia

TIEMPO ESTANDAR - REF 833					
OPERACIONES	VALORACION RITMO (%)	PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T. ESTANDAR
CORTE Y MARCADO	100%	539,40	539,40	12	604,13
DESBASTE	107%	353,15	377,87	10	415,66
GUARNICION (Armado)	101%	1386,40	1400,26	9	1526,29
GUARNICION (Costura)	111%	513,35	569,82	12	638,20
SOLADURA	90%	1405,95	1265,36	11	1404,54
FINIZAJE	104%	588,90	612,46	9	667,58
ALMACENAJE	107%	92,95	99,46	12	111,39
		4880,10		Seg.	5367,78
				Min	89,46

Tabla 17 tiempo estándar, ref. 833. Elaboración propia

TIEMPO ESTANDAR - REF 922					
OPERACIONES	VALORACION RITMO (%)	PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T. ESTANDAR
CORTE Y MARCADO	100%	469,00	469,00	12	525,28
DESBASTE	107%	352,10	376,75	10	414,42
GUARNICION (Armado)	101%	1343,90	1357,34	9	1479,50
GUARNICION (Costura)	111%	512,90	569,32	12	637,64
SOLADURA	90%	1408,55	1267,70	11	1407,14
FINIZAJE	104%	583,60	606,94	9	661,57
ALMACENAJE	107%	91,65	98,07	12	109,83
		4761,70		Seg.	5235,38
				Min	87,26

Tabla 18 tiempo estándar, ref. 922. Elaboración propia

TIEMPO ESTANDAR - REF 928					
OPERACIONES	VALORACION RITMO (%)	PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T. ESTANDAR
CORTE Y MARCADO	100%	590,90	590,90	12	661,81
DESBASTE	107%	352,85	377,55	10	415,30
GUARNICION (Armado)	101%	1468,85	1483,54	9	1617,06
GUARNICION (Costura)	111%	518,20	575,20	12	644,23
SOLADURA	90%	1399,25	1259,33	11	1397,85
FINIZAJE	104%	583,45	606,79	9	661,40
ALMACENAJE	107%	92,55	99,03	12	110,91
		5006,05		Seg.	5508,56
				Min	91,81

Tabla 19 tiempo estándar, ref. 928. Elaboración propia

7.5. Diagrama de flujo de proceso.

Con los datos obtenidos en la toma de tiempos con cronómetro elaboramos los diagramas de flujo de proceso para cada referencia de la línea caballero. Por medio de estos diagramas

podremos analizar las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos que se realizan en cada operación principal y para cada referencia de calzado.

En el capítulo de análisis de datos utilizaremos estos diagramas como una oportunidad para detectar posibles mejoras al proceso.

Proceso: CORTE Y MARCADO			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 1 de 6		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
430,3	0,0	A	CORTE DE CUERO Y FORROS		
18,6	0,0	A	CONTEO DE PIEZAS		
29,2	14,8	A	TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A DESBASTE		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	2	448,9	0		
Inspección	0	0	0		
Transporte	1	29,2	14,8		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		478,0	14,8		

Diagrama 1. Flujo de proceso (corte y marcado), ref. 610. Fuente: Autores.

Proceso: DESBASTE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 2 de 6		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
245,3	0,0	B	DESBASTAR		Se realiza con máquina.
22,7	0,0	B	INSPECCION A PIEZAS DESBASTADAS		
29,8	3,2	B	TRASPORTE A GUARNICION		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	1	245,3	0		
Inspección	1	22,7	0		
Transporte	1	29,8	3,2		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		297,8	3,2		

Diagrama 2. Flujo de proceso (desbaste), ref. 610. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Armado)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 3 de 6		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
130,9	0,0	C	APLICAR SOLUCION		
96,1	0,0	C	ESPERAR SECADO SOLUCION		
172,7	0,0	C	PEGAR FORROS A PIEZAS CORTADAS		
445,3	0,0	C	DOBLAR PARTES DEL CUERO CORTADO		
400,1	0,0	C	ARMAR PIEZAS		
14,4	2,8	C	TRASPORTE A COSTURA		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		4	1148,8	0	
Inspección		0	0	0	
Transporte		1	14,4	2,8	
Espera		1	96,1	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			1259,3	2,8	

Diagrama 3. Flujo de proceso (guarnición-armado), ref. 610. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Costura)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 4 de 6		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
299,9	0,0	D	COSER		Se realiza con máquina.
146,8	0,0	D	RECORTAR		
26,2	0,0	D	INSPECCION ARMADO		
45,5	15,3	D	TRANSPORTE A TALLER DE SOLADURA		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	2	446,7	0		
Inspección	1	26,2	0		
Transporte	1	45,5	15,3		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		518,3	15,3		

Diagrama 4. Flujo de proceso (guarnición-costura), ref. 610. Fuente: Autores.

Proceso: SOLADURA			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 5 de 6		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
281,8	0,0	E	COLOCAR PIEZAS ARMADAS EN HORMA	O-1	
89,0	0,0	E	PEGAR ODENA A ORMA	O-2	
252,4	0,0	E	PEGAR CONTRAFUERTE Y PUNTERA	O-3	
39,0	5,2	E	TRASPORTE A PULIDORA	T-1	
128,8	0,0	E	CARDAR ZAPATOS	O-4	Se realiza con máquina.
29,8	5,2	E	TRANSPORTE A TALLER DE GUARNICION	T-2	
50,8	0,0	E	APLICAR ACTIVADOR DE SUELA	O-5	
49,3	0,0	E	APLICAR MAXON A SUELA Y ODENA	O-6	
39,5	4,1	E	TRANSPORTE A HORNO	T-3	Se realizan varios traslados.
142,7	0,0	E	CALENTAR ZAPATOS Y SUELA	O-7	El horno solo tiene capacidad para 1 zapato y 1 suela.
84,4	0,0	E	ESPERAR TEMPERATURA DE TRABAJO	D-1	
35,8	12,6	E	TRANSPORTE A PRENSA	T-4	
127,2	0,0	E	PEGAR SUELA AL ZAPATO EN PRENSA	O-8	
29,9	0,0	E	SACAR ORMA	O-9	
25,0	0,0	E	INSPECCION DE PEGADO	I-1	
38,8	19,3	E	TRANSPORTE A TALLER DE FINIZAJE	T-5	
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	9	1151,8	0		
Inspección	1	25,0	0		
Transporte	5	182,7	46,4		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		1359,4	46,4		

Diagrama 5. Flujo de proceso (soladura), ref.610. Fuente: Autores.

Proceso: FINIZAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 6 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
105,7	0,0	F	APLICAR BOXER A PLANTILLA		
95,7	0,0	F	ESPERAR SECADO BOXER		
34,8	0,0	F	PEGAR PLANTILLA A ZAPATO		
30,9	0,0	F	LIMPIAR ZAPATO CON BARZOL		
21,6	0,0	F	QUEMAR HEBRAS EXTERIORES CON MECHERO		
51,1	0,0	F	APLICAR SIRIO AL ZAPATO		
60,1	0,0	F	ESPERAR SECADO SIRIO		
58,8	0,0	F	APLICAR BRILLO		
59,8	0,0	F	ESPERAR SECADO BRILLO		
39,2	0,0	F	PONER CORDONES		
32,1	0,0	F	INSPECCION FINAL		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		7	342,0	0	
Inspección		1	32,1	0	
Transporte		0	0	0	
Espera		3	215,5	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			589,6	0,0	

Diagrama 6. Flujo de proceso (finizaje), ref. 610. Fuente: Autores.

Proceso: ALMACENAMIENTO			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS - REF # 610		
Empieza en: Corte de cueros y forros			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 7 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
17,2	0,0	G	ARMAR CAJAS		
20,1	0,0	G	EMPACAR ZAPATOS		
6,6	0,0	G	MARCAR CAJA		Talla, referencia y lote.
34,6	18,9	G	TRANSPORTE A BODEGA		
10,5	0,0	G	ALMACENAR		
EVENTO		CANTIDAD		TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación		3		43,9	0
Inspección		0		0,0	0
Transporte		1		34,6	18,9
Espera		0		0,0	0
Almacenamiento		1		10,5	0
TOTAL				89,0	18,9

Diagrama 7. Flujo de proceso (almacenamiento), ref. 610. Fuente: Autores.

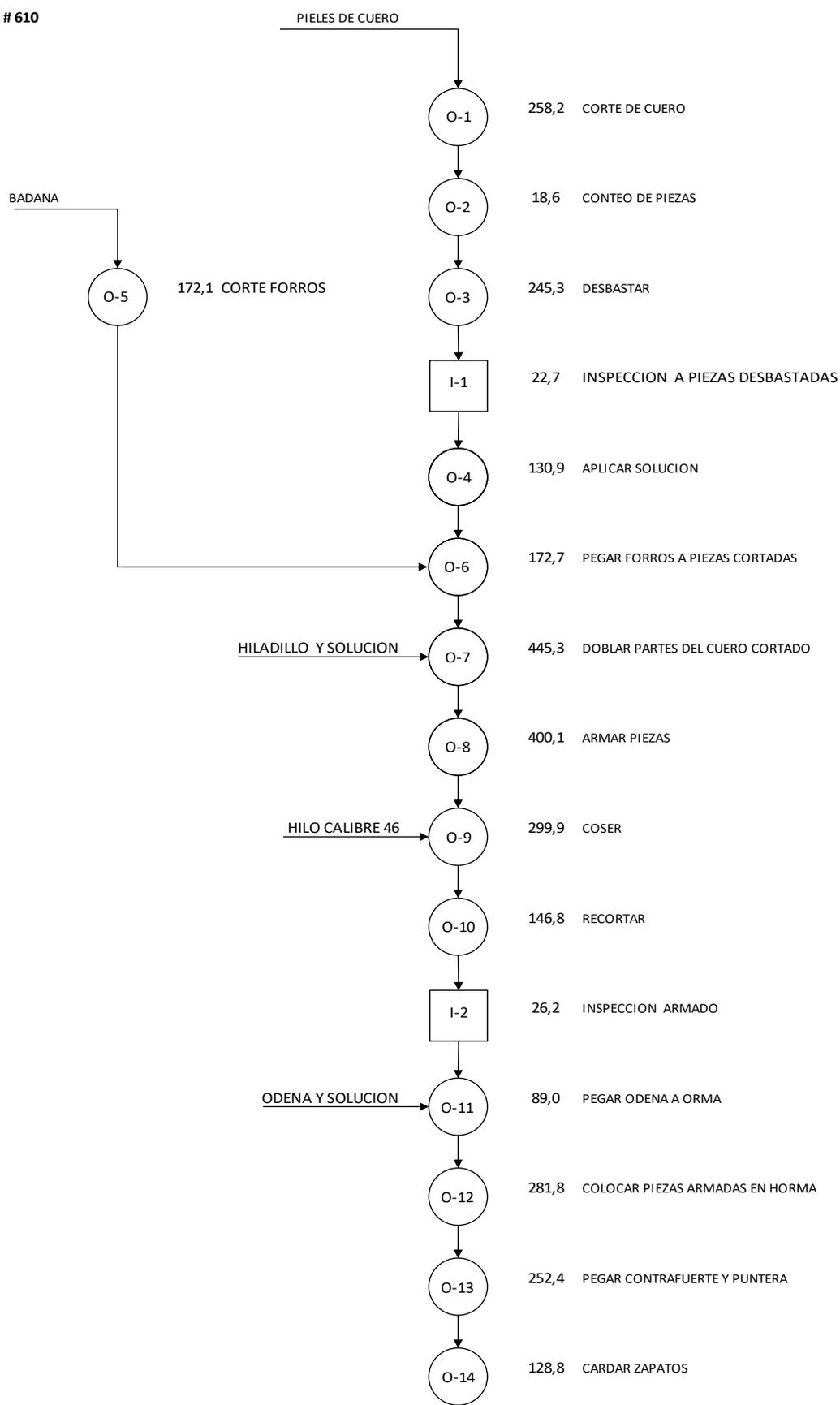
En el capítulo de anexos se pueden observar los diagramas de flujo de proceso de las restantes referencias de calzado 754, 833, 922 y 928.

7.6. Diagrama de operaciones.

Por medio de la elaboración de los diagramas de operaciones se logró una representación gráfica y en secuencia de todas las operaciones e inspecciones que se presentan en la fabricación de calzado, también se pueden identificar donde se presentan sub-ensambles y ver la entrada de materiales.

Se realizó un diagrama de operación para cada una de las referencias de la línea caballero ya que los tiempos de proceso son diferentes entre dichas referencias. Los tiempos registrados en los siguientes diagramas fueron hallados del estudio de tiempos.

REF # 610



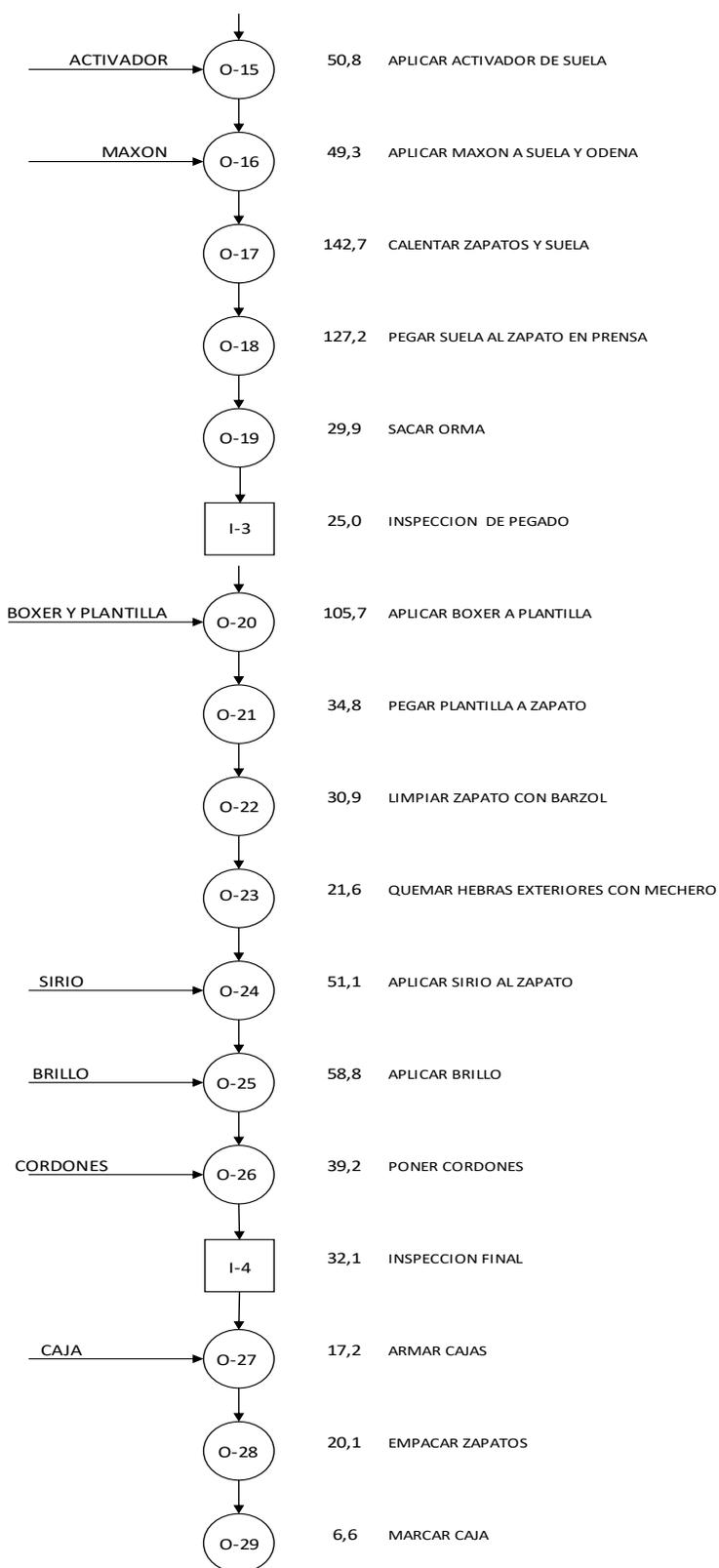


Diagrama 8. Operaciones, ref. 610. Elaboración propia.

En el capítulo de anexos se pueden observar los diagramas de operaciones de las restantes referencias de calzado 754, 833, 922 y 928.

7.7. Estimación de la demanda

Se recolectó como información primaria las bases de datos que maneja la empresa para llevar el control de la producción. Fue necesario hacer depuración de algunos datos ya que presentaban inconsistencias.

El siguiente cuadro muestra el histórico de la demanda desde el año 2015 de las referencias de estudio.

Tabla 20 Demanda histórica desde el año 2015

Fecha	Referencia				
	610	754	833	922	928
01/01/2015	325	210	457	81	38
01/02/2015	250	185	224	99	24
01/03/2015	207	74	73	75	56
01/04/2015	122	200	198	95	181
01/05/2015	170	241	321	191	113
01/06/2015	115	19	64	16	10
01/07/2015	268	77	154	146	101
01/08/2015	361	51	266	111	36
01/09/2015	433	288	293	273	323
01/10/2015	595	281	256	258	227
01/11/2015	320	273	410	213	228
01/12/2015	421	210	287	67	116
01/01/2016	204	180	190	209	183
01/02/2016	150	106	123	120	175
01/03/2016	157	149	206	142	166
01/04/2016	206	197	227	224	193
01/05/2016	247	275	319	248	314
01/06/2016	256	267	169	337	277
01/07/2016	405	348	401	299	289
01/08/2016	412	296	296	388	388

Esta información se analizó en el software SPSS para hacer la estimación de la demanda obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 21 Descripción del modelo

			Tipo de modelo
ID del modelo	Demanda	Model_1	Estacional simple
	Demanda	Model_2	Estacional simple
	Demanda	Model_3	Estacional simple
	Demanda	Model_4	Aditivo de Winters
	Demanda	Model_5	Aditivo de Winters

En la tabla 21 se observa el modelo de pronóstico seleccionado por SPSS de acuerdo al comportamiento de los datos, para las referencias 922 y 928 se usó el modelo Winters ya que los datos presentan una estacionalidad y una tendencia.

Tabla 22 Estadísticos del modelo

Modelo	Número de predictores	Estadísticos de ajuste del modelo	Ljung-Box Q(18)			Número de valores atípicos
		R-cuadrado estacionaria	Estadísticos	GL	Sig.	
Demanda-Model_1	0	,712	27,108	16	,040	0
Demanda-Model_2	0	,716	10,941	16	,813	0
Demanda-Model_3	0	,814	33,827	16	,006	0
Demanda-Model_4	0	,842	31,745	15	,007	0
Demanda-Model_5	0	,754	29,255	15	,015	0

Los estadísticos del modelo muestran para todas las referencias un R cuadrado lo suficientemente alto para decir que los modelos de pronósticos utilizados son buenos para predecir los datos.

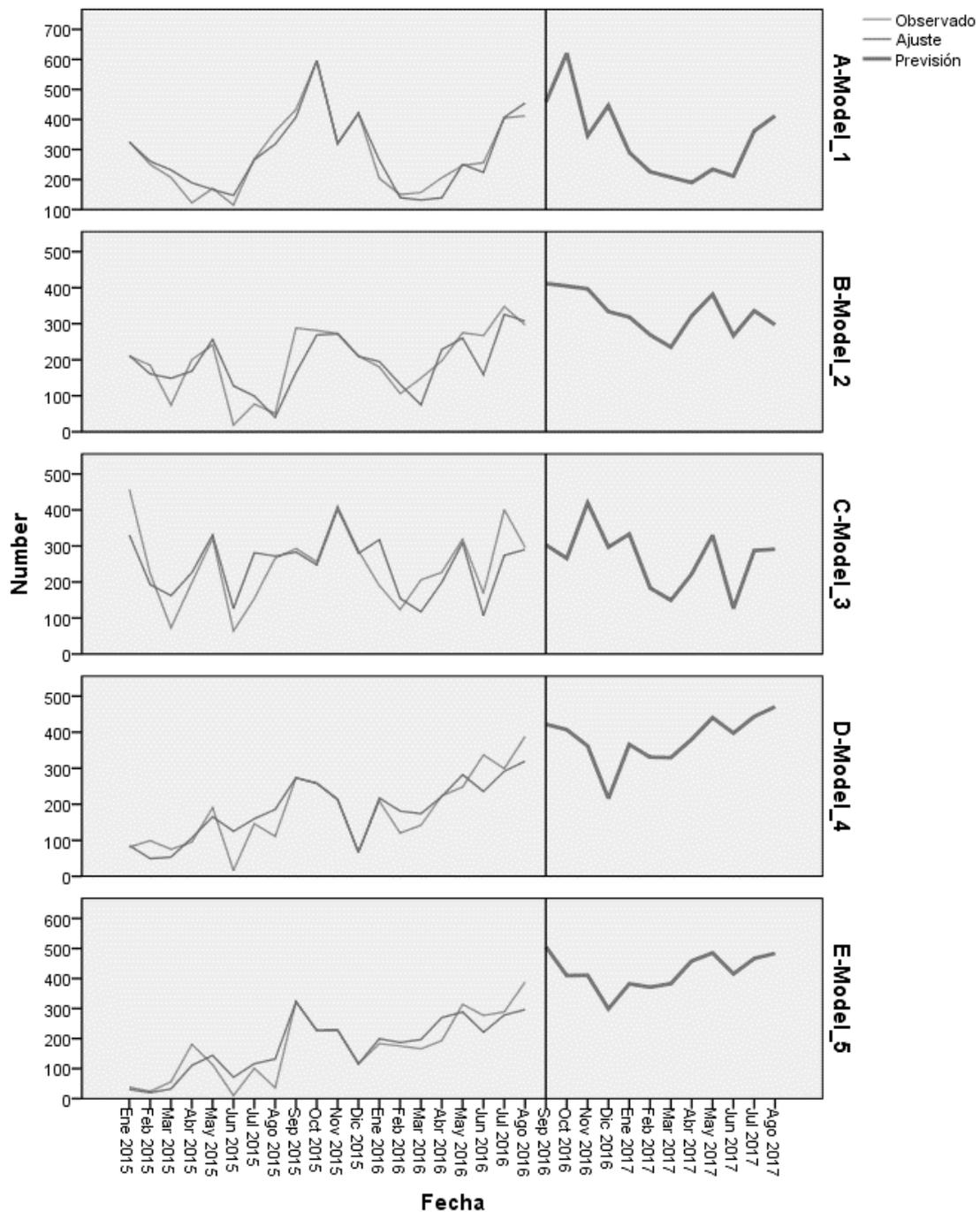
Tabla 23 Previsión

Modelo		Sep 2016	Oct 2016	Nov 2016	Dic 2016	Ene 2017	Feb 2017	Mar 2017	Abr 2017	May 2017	Jun 2017	Jul 2017	Ago 2017
Demanda-Model_1	Previsión	459	621	346	447	290	226	208	190	234	211	362	412
	LCS	530	721	468	589	449	399	395	390	447	435	597	658
	LCI	388	520	223	305	131	52	20	-11	21	-13	127	166
Demanda-Model_2	Previsión	412	405	397	334	319	269	235	322	382	267	336	297
	LCS	528	561	585	549	558	531	517	623	700	602	687	664
	LCI	295	248	208	118	79	7	-47	21	63	-69	-15	-69
Demanda-Model_3	Previsión	303	266	420	297	333	183	149	222	330	126	287	291
	LCS	453	417	572	449	487	337	304	378	486	283	445	449
	LCI	153	115	268	144	180	29	-5	67	174	-31	130	133
Demanda-Model_4	Previsión	422	407	362	216	366	331	330	381	441	398	444	471
	LCS	527	513	468	323	474	439	438	490	550	508	554	582
	LCI	317	301	256	109	259	223	221	271	331	287	333	359
Demanda-Model_5	Previsión	506	410	411	299	382	371	383	459	485	415	467	484
	LCS	607	512	513	402	486	475	487	564	591	521	573	590
	LCI	404	308	308	196	279	267	278	354	380	309	360	377

Para cada modelo, las predicciones comienzan después del último valor no perdido del rango del período de estimación solicitado y finalizan en el último período para el que hay disponibles valores no perdidos de todos los predictores o en la fecha de finalización del período de predicción solicitado, lo que ocurra antes.

En esta tabla se observa las previsiones hasta agosto del 2017 y también las cotas superiores e inferiores para cada una de las referencias.

Gráfico 1 Estimación de la demanda



En el gráfico 1, la línea roja indica los datos históricos de la empresa y la línea azul indica el ajuste que hace cada modelo a los datos para poder hacer el pronóstico (línea azul oscura).

8. Análisis de la información.

Luego de haber recolectado la información necesaria se procedió al tratamiento y análisis de la información. Se tabuló y graficó los datos obtenidos para generar posibles mejoras al sistema productivo.

8.1. Estudio de tiempos.

Los datos obtenidos en la toma de tiempos con cronómetro fueron utilizados para la elaboración de diagramas de flujo y operaciones, posteriormente se calcularon los tiempos normal y estándar por referencia de calzado y se analizó la información recolectada.

8.1.1. Tiempo estándar por referencia.

En la siguiente tabla se puede observar el resumen de los tiempos estándar obtenidos por referencia.

Producto (REF)	TS (Min)
610	85,65
754	98,26
833	89,46
922	87,26
928	91,81

Tabla 24 Resumen tiempos estándar por referencia. Fuente: Autores.

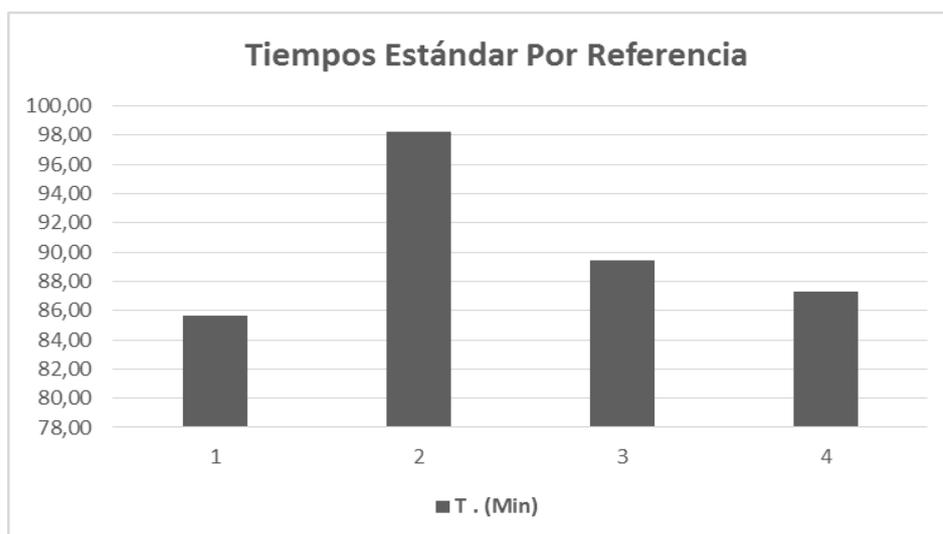


Gráfico 2 Tiempos estándar por referencia. Fuente: Autores.

Se puede analizar en el gráfico 2, que la referencia con mayor tiempo estándar es la 754 con 98,26 minutos. Esta referencia consume mayor tiempo de fabricación debido al número de piezas de corte que tiene por el diseño del calzado, lo cual hace que los tiempos de los procesos de guarnición y soladura sean mayores a otras referencias. También tiene mayor detalle de costura.

8.1.2. Tiempo estándar por operación.

A continuación se muestra el análisis de tiempos por operación principal para cada una de las referencias de calzado.

REF 610	
OPERACIONES	T. ESTANDAR (SEG)
CORTE Y MARCADO	535,36
DESBASTE	350,45
GUARNICION (Armado)	1386,36
GUARNICION (Costura)	644,35
SOLADURA	1403,60
FINIZAJE	712,24
ALMACENAJE	106,60

Tabla 25 Resumen tiempos estándar por operación – REF 610. Fuente: Autores.

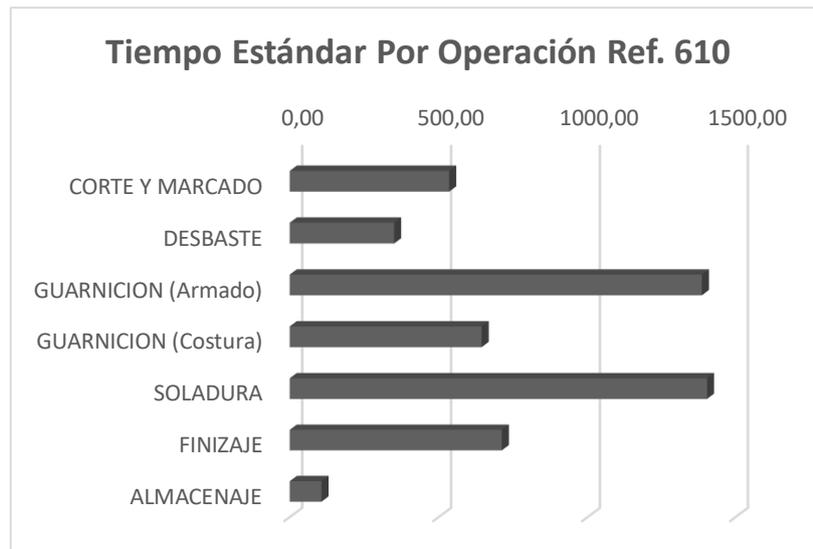


Gráfico 3 Tiempos estándar por operación – REF 610. Fuente: Autores.

Se observa en el gráfico 3, que para la referencia 610 las operaciones de guarnición (armado) y soldadura son las que tienen mayor tiempo estándar, los tiempos entre dichos procesos son muy cercanos entre sí.

REF 754	
OPERACIONES	T. ESTANDAR (SEG)
CORTE Y MARCADO	671,27
DESBASTE	445,91
GUARNICION (Armado)	1727,92
GUARNICION (Costura)	822,56
SOLADURA	1407,79
FINIZAJE	712,41
ALMACENAJE	107,86

Tabla 26 Resumen tiempos estándar por operación – REF 754. Fuente: Autores.

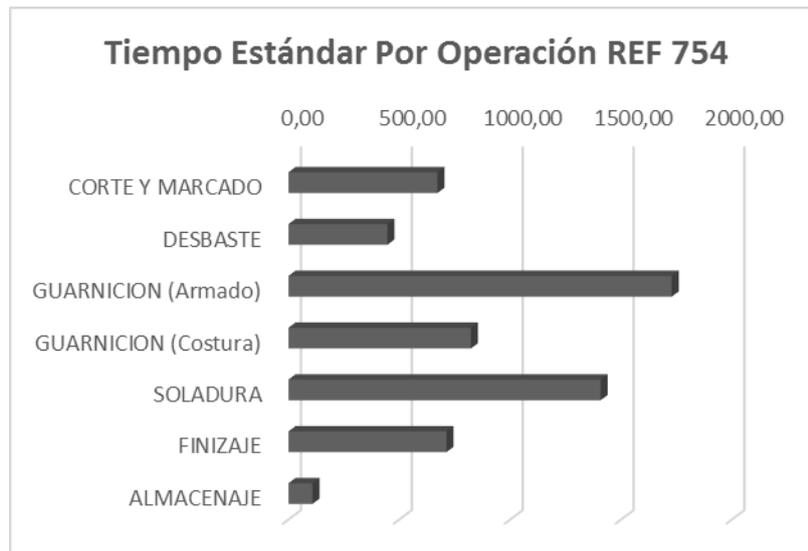


Gráfico 4 Tiempos estándar por operación – REF 754. Fuente: Autores.

Se observa en el gráfico 4, que para la referencia 754 la operación de guarnición (armado) es la que tiene mayor tiempo estándar.

REF 833	
OPERACIONES	T. ESTANDAR (SEG)
CORTE Y MARCADO	604,13
DESBASTE	415,66
GUARNICION (Armado)	1526,29
GUARNICION (Costura)	638,20
SOLADURA	1404,54
FINIZAJE	667,58
ALMACENAJE	111,39

Tabla 27 Resumen tiempos estándar por operación – REF 833. Fuente: Autores.

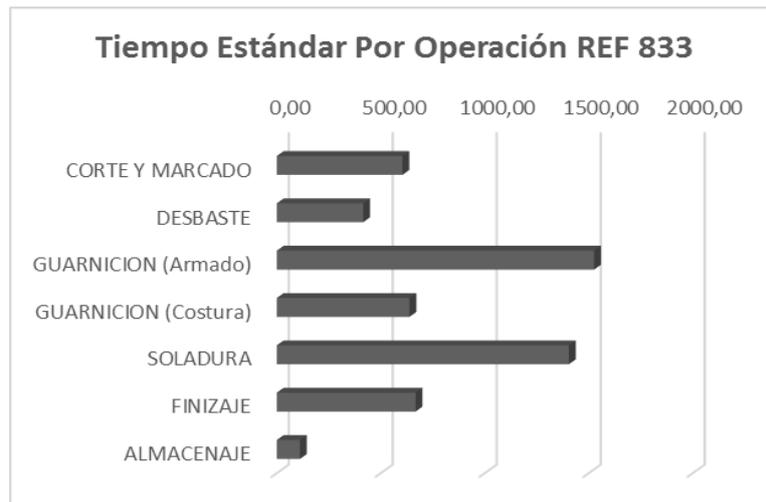


Gráfico 5 Tiempos estándar por operación – REF 833. Fuente: Autores.

Se observa en el gráfico 5, que para la referencia 833 las operaciones de guarnición (armado) y soladura son las que tiene mayor tiempo estándar, los tiempos entre dichos procesos son muy cercanos entre sí.

REF 922	
OPERACIONES	T. ESTANDAR (SEG)
CORTE Y MARCADO	525,28
DESBASTE	414,42
GUARNICION (Armado)	1479,50
GUARNICION (Costura)	637,64
SOLADURA	1407,14
FINIZAJE	661,57
ALMACENAJE	109,83

Tabla 28 Resumen tiempos estándar por operación – REF 922. Fuente: Autores.

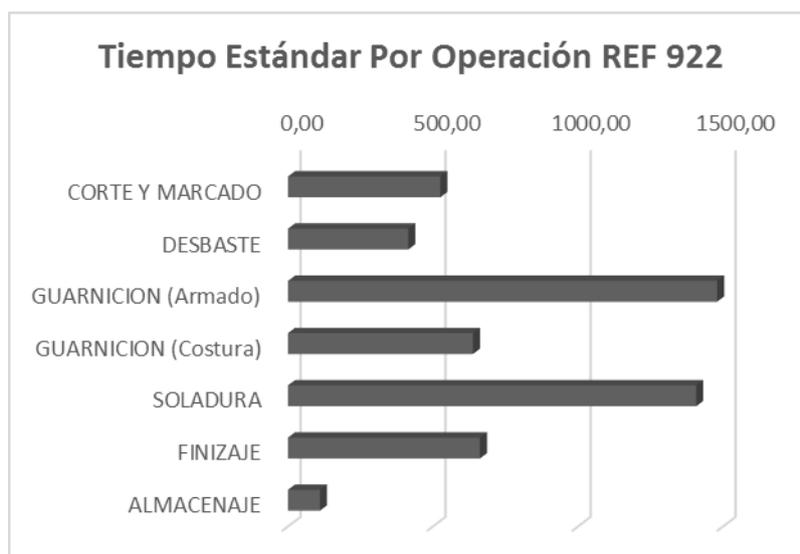


Gráfico 6 Tiempos estándar por operación – REF 922. Fuente: Autores.

Se observa en el gráfico 6, que para la referencia 922 las operaciones de guarnición (armado) y soldadura son las que tienen mayor tiempo estándar, los tiempos entre dichos procesos son muy cercanos entre sí.

REF 928	
OPERACIONES	T. ESTANDAR (SEG)
CORTE Y MARCADO	661,81
DESBASTE	415,30
GUARNICION (Armado)	1617,06
GUARNICION (Costura)	644,23
SOLADURA	1397,85
FINIZAJE	661,40
ALMACENAJE	110,91

Tabla 29 Resumen tiempos estándar por operación – REF 928. Fuente: Autores.

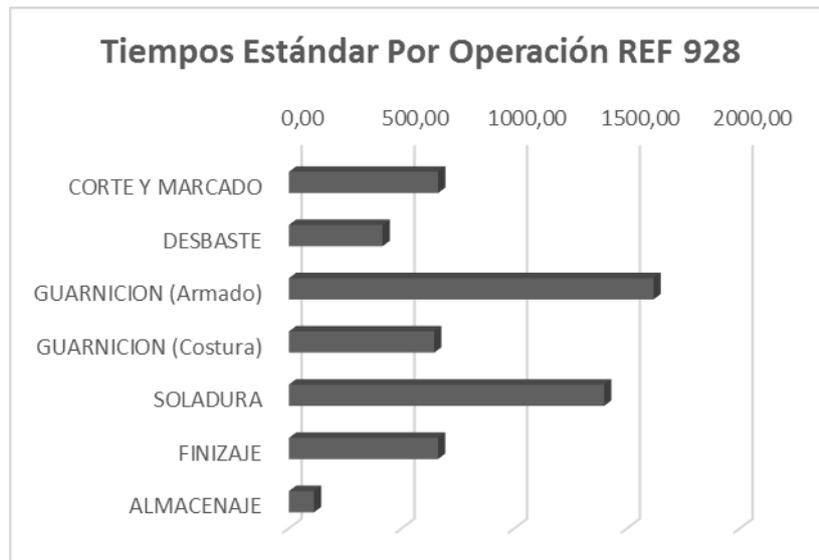


Gráfico 7 Tiempos estándar por operación – REF 928. Fuente: Autores.

Se observa en el gráfico 7, que para la referencia 928 la operación de guarnición (armado) es la que tiene mayor tiempo estándar.

Por medio de estas gráficas se concluye que las operaciones de guarnición (armado) y soladura son los cuellos de botella en la fabricación de calzado y son los procesos que restringen la cantidad de zapatos que se pueden fabricar por hora y turno.

8.1.3. Análisis de diagramas de flujo y operación.

A continuación se muestran tablas y gráficas de los tiempos acumulados por evento (operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento) que fueron tomados de los diagramas de flujo durante el estudio de tiempos.

RESUMEN - REF 610				
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO		DISTANCIA (m)
		(s)	(%)	
Operación	28	3827,15	0,834	0
Inspección	4	105,9	0,023	0
Transporte	10	336,1	0,073	101,4
Espera	4	311,6	0,068	0
Almacenamiento	1	10,5	0,002	0
TOTAL		4591,3	1,0	101,4

Tabla 30 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 610. Fuente: Autores.

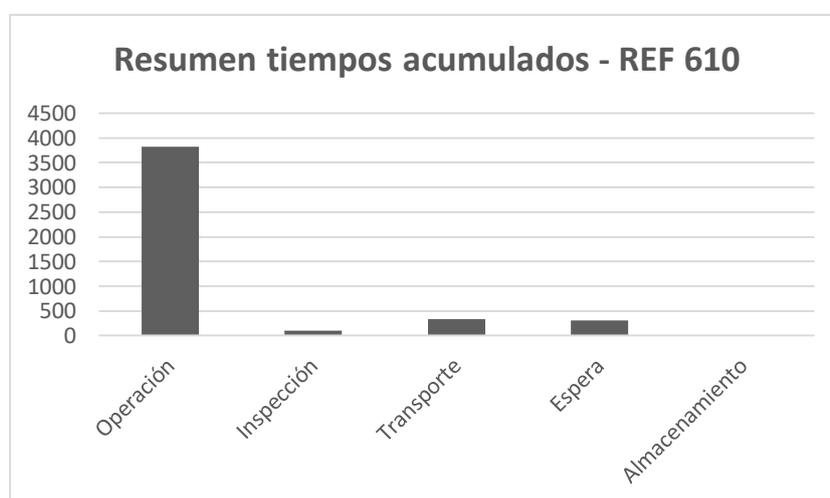


Gráfico 8 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 610. Fuente: Autores.

RESUMEN - REF 754				
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)		DISTANCIA (m)
		(s)	(%)	
Operación	28	4490,5	0,855	0
Inspección	4	106,1	0,020	0
Transporte	10	335,65	0,064	101,4
Espera	4	309,4	0,059	0
Almacenamiento	1	12,35	0,002	0
TOTAL		5254,0	1,0	101,4

Tabla 31 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 754. Fuente: Autores.

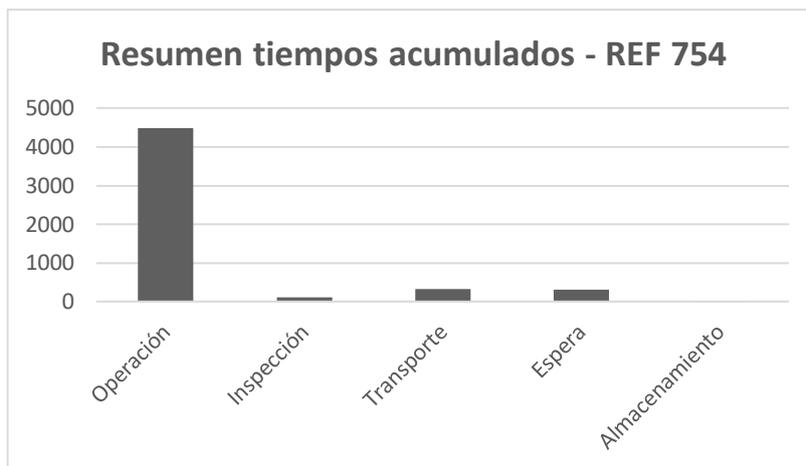


Gráfico 9 Resumen tiempos acumulados por evento – REF 754. Fuente: Autores.

RESUMEN - REF 833				
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	(%)	DISTANCIA (m)
Operación	28	4031,55	0,840	0
Inspección	4	108,15	0,023	0
Transporte	10	339,25	0,071	101,4
Espera	4	309,2	0,064	0
Almacenamiento	1	11,15	0,002	0
TOTAL		4799,3	1,0	101,4

Tabla 32 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 833. Fuente: Autores.

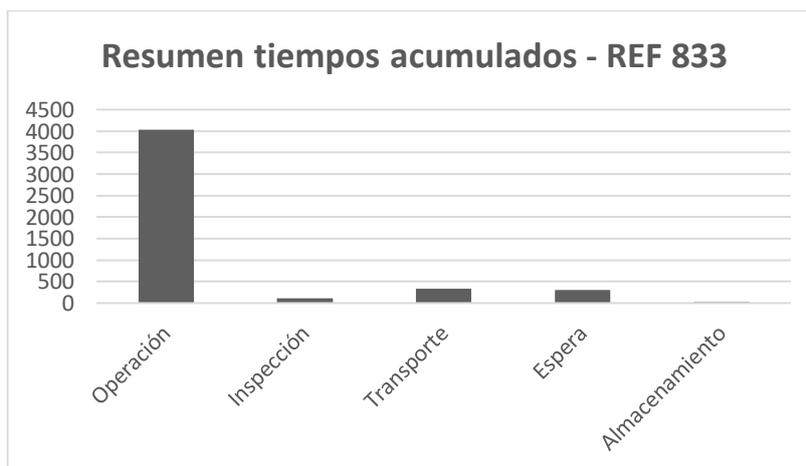


Gráfico 10 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 833. Fuente: Autores.

RESUMEN - REF 922				
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	(%)	DISTANCIA (m)
Operación	28	3915,8	0,837	0
Inspección	4	104,85	0,022	0
Transporte	10	336,5	0,072	101,4
Espera	4	311,7	0,067	0
Almacenamiento	1	10,65	0,002	0
TOTAL		4679,5	1,0	101,4

Tabla 33 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 922. Fuente: Autores.

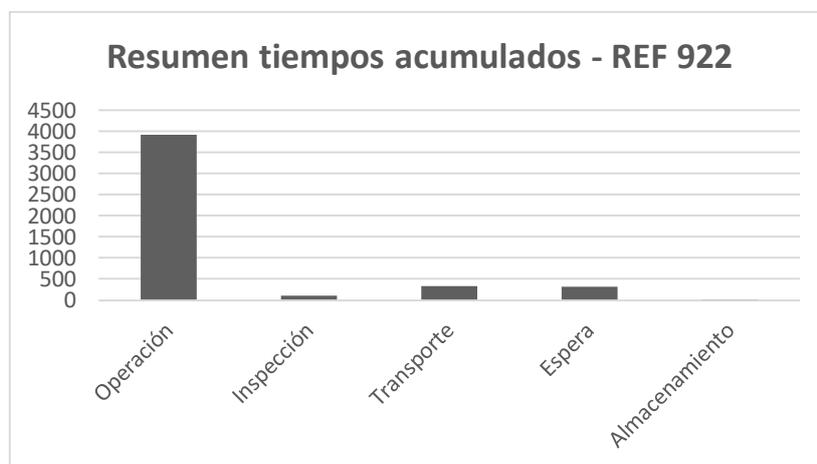


Gráfico 11 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 922. Fuente: Autores.

RESUMEN - REF 928				
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	(%)	DISTANCIA (m)
Operación	28	4161,25	0,845	0
Inspección	4	105,6	0,021	0
Transporte	10	339,7	0,069	101,4
Espera	4	308,05	0,063	0
Almacenamiento	1	11,15	0,002	0
TOTAL		4925,8	1,0	101,4

Tabla 34 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 928. Fuente: Autores.

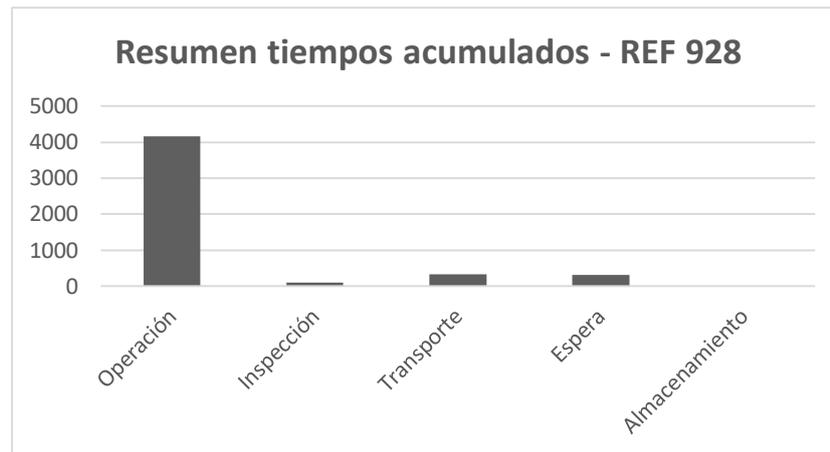


Gráfico 12 Resumen tiempos acumulados por evento – Ref. 928. Fuente: Autores.

Se determinó a través de los diagramas de flujo, que para la familia de productos de la línea caballero durante el proceso de fabricación se realizan 28 operaciones, 4 inspecciones, 10 transportes, 4 esperas y 1 almacenamiento final.

También se observó por medio de las tablas y gráficas anteriores que la suma de los tiempos acumulados de operación en la fabricación de calzado corresponde entre el 83% y 85% del total, seguido del tiempo acumulado de transportes que representan entre el 6% y 7% del total del tiempo.

Para las cinco referencias de calzado, la distancia total recorrida para la fabricación de un par de zapatos fue de 101.4 metros. Esta distancia es elevada como producto de los tres niveles que tiene el edificio donde está ubicada la planta de fabricación. En el punto 8. 2. 7 (distribución en planta), se describe que el material en proceso pasa del nivel 1 (corte y marcado) al nivel 2 (desbaste y guarnición), luego es llevado al nivel 3 (soladura), luego regresa al nivel 2 (finizaje) y finalmente el producto terminado es llevado de nuevo hasta el nivel 1 para su almacenamiento, de acuerdo a la descripción del proceso de fabricación que realizamos.

Los pedidos del cliente son puestos en marcha por tareas (12 pares de calzado), las cuales son transportadas en bolsas, pasando por cada una de las operaciones principales. Para transitar de un nivel a otro nivel del edificio se realiza a través de escaleras estrechas que en ocasiones generan problemas de circulación y seguridad para el trabajador.

En los diagramas de flujo del proceso de finalizaje se identificó al subproceso de “calentamiento de zapato y suela” como cuello de botella ya que el horno solo tiene capacidad para calentar un zapato y una suela, con un tiempo de 145.6 segundos. La anterior restricción en el proceso se determinó como una oportunidad clara de mejora.

En los diagramas de operaciones no se identifica sub-ensambles significativos, únicamente los forros entran en la línea del proceso para ser adheridos a las piezas de cuero previamente cortadas.

9. Propuesta de mejora

9.1. Cálculo de capacidades.

Una de las propuestas de mejora y quizás la más importante, es el cálculo de capacidades por área de trabajo que permita a la PYME calzado D' Lucca realizar la planeación y programación de la producción de forma adecuada y soportada bajo los tiempos estándar de fabricación de cada una de las referencias de calzado.

La jornada laboral de la empresa Calzado D' Lucca inicia a las 7:00 de la mañana, los operarios toman un descanso de 10 minutos, y finalizan la jornada a las 5:00 de la tarde, completando así 9 horas diarias de producción. Los tiempos de descanso y hora de salida varían de acuerdo a la demanda diaria y trabajadores disponibles.

Actualmente la PYME D'Lucca maneja un portafolio de cinco líneas de productos principales, donde se destaca la línea caballero que representa más de la mitad de los esfuerzos de producción, por lo cual se seleccionó como enfoque y estudio del proyecto.

Bajo esta premisa, se concluye que la capacidad total disponible de la mano de obra e instalaciones se encuentra destinada a cubrir la demanda del portafolio completo, por esta razón se orientó el cálculo de capacidad incluyendo un factor constante equivalente al 66% que hace referencia a la línea caballero.

En la siguiente tabla se muestra información suministrada por la empresa acerca de la producción en pares calzado de los últimos ocho meses (enero – agosto del presente año 2016), allí se puede apreciar el porcentaje que representa la línea caballero del total de la producción.

Tabla 35 Participación por familia de producto. Fuente: Autores.

Línea	Cantidad	Participación
Botines	773	8%
Caballero	6397	66%
Dama	158	2%
Junior	1701	18%
Sport	457	5%
Otros	142	1%
Total	9628	100%

El número de operarios actual por operación principal se muestra en la siguiente tabla.

OPERACIONES PRINCIPALES	# Operarios
CORTE Y MARCADO	1
DESBASTE	1
GUARNICION (Armado)	3
GUARNICION (Costura)	2
SOLADURA	3
FINIZAJE Y ALMACENAMIENTO	2
TOTAL	12

Tabla 36 Número de operarios por operación principal. Fuente: Autores.

Los minutos teóricos (MT) o instalados, son los minutos que teóricamente pueden trabajarse en la empresa. Así tenemos, $MT = \text{Horas laborales} \times 60 \text{ minutos} \times \text{número de operarios}$. Entonces $MT = 9 \times 60 \times 12 \times 0.66 = 4.276,8 \text{ minutos/día}$.

Multiplicando por el factor (0,66) de acuerdo a la capacidad evaluada y descrita anteriormente.

En las siguientes tablas se muestran las capacidades por operación principal de acuerdo a los tiempos estándar de cada proceso.

66%	610			754			833		
	T.E (SEG)	Prod Hora	Por Turno	T.E (SEG)	Prod Hora	Por Turno	T.E (SEG)	Prod Hora	Por Turno
CORTE Y MARCADO	535,36	6,7	38	671,27	5,4	30	604,13	6,0	34
DESBASTE	350,45	10,3	59	445,91	8,1	46	415,66	8,7	50
GUARNICION (ARMADO)	1386,36	2,6	14	1727,92	2,1	12	1526,29	2,4	13
GUARNICION (COSTURA)	644,35	5,6	32	822,56	4,4	25	638,20	5,6	32
SOLADURA	1403,60	2,6	14	1407,79	2,6	14	1404,54	2,6	14
FINIZAJE	712,24	5,1	29	712,41	5,1	29	667,58	5,4	31

Tabla 37 Capacidades por operación principal – Ref. 610, 754, 833. Fuente: Autores.

66%	922			928		
	T.E (SEG)	Prod Hora	Por Turno	T.E (SEG)	Prod Hora	Por Turno
CORTE Y MARCADO	525,28	6,9	39	661,81	5,4	31
DESBASTE	414,42	8,7	50	415,30	8,7	50
GUARNICION (ARMADO)	1479,50	2,4	14	1617,06	2,2	12
GUARNICION (COSTURA)	637,64	5,6	32	644,23	5,6	32
SOLADURA	1407,14	2,6	14	1397,85	2,6	14
FINIZAJE	661,57	5,4	31	661,40	5,4	31

Tabla 38 Capacidades por operación principal – Ref. 922, 928. Fuente: Autores.

La familia o línea caballero que fue escogida para este proyecto representa el 66% del volumen de calzado que la compañía fabrica diariamente. Por lo tanto los cálculos de capacidades mostrados en las tablas anteriores corresponden a ese mismo porcentaje.

Los tiempos T.E (seg) de las tablas 37 y 38 hacen referencia a los tiempos estándar por operación principal, obtenidos en el capítulo 7.3 estudio de tiempos y movimientos.

La producción por turno corresponde a la cantidad equivalente en pares de zapatos que un operario produce por turno de 9 horas diarias, con 10 minutos de descanso. Por ejemplo, para la referencia 610 en el área de corte y marcado, por turno de trabajo, un operario produce lo equivalente a 39 pares de zapatos.

Se puede concluir que los procesos que restringen la cantidad total de pares de zapatos a fabricar por día son guarnición (armado) y soladura ya que son los que tienen mayor tiempo estándar.

Con esta información calzado D' Lucca puede realizar una mejor planeación y programación de producción, del mismo modo puede realizar el cálculo de la

productividad por turno y operario de acuerdo a las cantidad de empleados y minutos disponibles por día.

9.2. Cálculo de necesidad mano de obra.

El cálculo se realiza con el fin de conocer la cantidad de operarios requeridos por sección para dar cumplimiento a la demanda mensual, permitiendo aumentar la eficiencia del sistema productivo y la toma de decisiones frente a contratación y reubicación de nuevo personal.

El cálculo se realizó basado en la siguiente fórmula:

$$NMO = T * \frac{PD}{J}$$

Donde, NMO: Necesidad de mano de obra.

T: Tiempo estándar (minutos).

PD: Producción deseada (pares de zapatos).

J: Jornada laboral (minutos).

Operación	T.E. Prom/Op. (seg)	Estimado Prod./Mes (Pares)	Jornada (seg./mes)	Número Personas
Corte y Marcado	600	1.733	648.000	2
Desbaste	408	1.733	648.000	2
Guarnición (Armado)	1.547	1.733	648.000	5
Guarnición (Costura)	677	1.733	648.000	2
Soladura	1.404	1.733	648.000	4
Finizaje	683	1.733	648.000	2
Almacenaje	109	1.733	648.000	1
Total				18

Tabla 39 Necesidad mano de obra. Fuente: Autores.

En la tabla 39, el tiempo estándar promedio por operación (T. E. Prom/Op.) corresponde al promedio de los tiempos estándar por operación principal de las cinco referencias de calzado de la línea caballero.

El estimado de producción por mes (estimado prod./mes), en pares de calzado, corresponde a la sumatoria de los promedios de la demanda pronosticada de la familia de productos estudiada desde septiembre de 2016 hasta agosto de 2017.

La jornada en segundos por mes, corresponde al tiempo calculado para una jornada diaria de 9 horas durante 20 días por mes.

De acuerdo a los tiempos establecidos y en jornadas de 9 horas diarias, tomando como base 66% de capacidad se estima un total de 18 empleados por mes para dar cumplimiento a la demanda pronosticada.

Operación	Actual	Propuesto	Diferencia
Corte y Marcado	1	2	1
Desbaste	1	2	1
Guarnición (Armado)	3	5	2
Guarnición (Costura)	2	2	0
Soladura	3	4	1
Finizaje	1	2	1
Almacenaje	1	1	0
Total	12	18	6

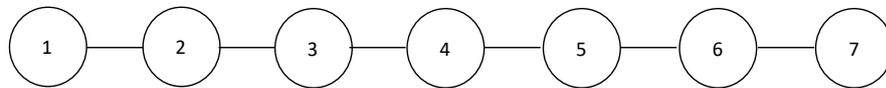
Tabla 40 Necesidad mano de obra. Actual vs propuesto. Fuente: Autores.

Se concluye la necesidad de 6 personas más distribuidas según la tabla anterior, y de esta manera se dará cumplimiento al plan de demanda pronosticado, donde el cuello de botella o actividad limitante (Guarnición) requiere la mayor inyección de personal respecto a las demás Operaciones.

9.3. Programación de la producción.

La secuenciación o programación de la producción suministra una base para la asignación de tareas en procura de aumentar la productividad, mejorar la eficiencia del uso de recursos, disminución de tiempos muertos y priorizar el orden de los trabajos.

El proceso productivo presenta flujo lineal y la precedencia de cada actividad depende única y exclusivamente del proceso inmediatamente anterior, el cual se describe gráficamente así:



1. Corte y Marcado
2. Desbaste
3. Guarnición (Armado)
4. Guarnición (Costura)
5. Soldadura
6. Finizaje
7. Almacenaje

Primero en entrar, primero en salir (PEPS): Las órdenes de pedido se ejecutan en el mismo orden en el que llegan.

Tiempo de operación más breve (Shortest operating time SOT): Se ejecuta primero el trabajo con el tiempo de terminación más breve.

Fecha de entrega más próxima: Se ejecuta primero la tarea que tenga fecha de vencimiento más próxima.

Tiempo de procesamiento más largo (Large processing time LPT): Se ejecuta primero el trabajo con el tiempo de terminación más largo.

Razón Crítica: Regla que prioriza según los tiempos restantes para el vencimiento de la orden.

Regla de Johnson: Establece secuencia para n centros de trabajo minimizando tiempos muertos.

Dentro del análisis y tratamiento de la información del presente proyecto, se ha logrado determinar la demanda mensual por cada una de las cinco referencias principales basados en los históricos presentados en periodos anteriores. Basados en la proyección obtenida y el flujo lineal presente en el proceso de producción, se ha optado por aplicar la técnica de tiempo de procesamiento más largo (TPL), dadas las condiciones de entregas mensuales, demanda pronosticada, ordenes con fecha de entrada y salidas definida y el número de máquinas. De esta manera se aseguró el tiempo de proceso más corto y el que menos tiempos muertos genera.

Se sugiere el siguiente orden de producción según el método elegido de programación donde se reduce el tiempo de procesamiento y se minimiza la cantidad de tiempos muertos entre tareas.

Referencia	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG
Ref. 610	C	A	E	A	E	D	D	E	E	D	D	C
Ref. 754	B	B	A	B	C	C	C	C	C	C	C	D
Ref. 833	E	E	C	D	D	E	E	D	D	E	E	E
Ref. 922	D	D	D	E	B	B	B	B	B	B	B	B
Ref. 928	A	C	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabla 41 Secuenciación sugerida. Fuente: Autores.

Donde de acuerdo a la demanda y a los tiempos estándar de procesamiento, se debe iniciar de manera ascendente por la referencia que contenga la letra A en el mes a seleccionar, es decir, en septiembre el orden de producción a seguir es referencia 928, 754, 610, 922 y 833.

9.4. Otras sugerencias de mejora.

Además de las sugerencias de mejora principales enunciamos a continuación otras alternativas de mejora que se evidenciaron luego del análisis de la situación inicial de la empresa.

9.4.1. Distribución de planta.

Se debe realizar un proyecto a corto plazo para evaluar la ordenación física de máquinas, equipos y puestos de trabajo que contribuyan al incremento de la productividad, se disminuyan las distancias recorridas del producto en proceso, se mejore la satisfacción del empleado y se minimicen posibles riesgos al trabajador.

Calzado D' Lucca al estar ubicado en un edificio de tres niveles hace que la distribución en planta no sea la adecuada, los recorridos de material aumentan y la circulación de un nivel a otro se realiza por medio de escaleras estrechas.

Cambiar de localización a un área donde la compañía se pueda ubicar en un solo nivel sería la mejor decisión, pero dicha decisión estratégica debe ser determinada y evaluada por un equipo interdisciplinar que defina el costo y retorno de la inversión a largo plazo.

9.4.2. Actualización y compra de maquinaria y equipos.

Las máquinas y equipos que se utilizan en la compañía requieren de actualización a corto plazo, debido a la falta de un programa de mantenimiento preventivo estos equipos presentan deterioro y se convierten en un riesgo para los trabajadores. También se presentan tiempos muertos en el proceso por fallas de operación retrasando los tiempos estimados de entrega de producto terminado al cliente.

En el proceso de soladura se presenta un cuello de botella con el horno artesanal ya que solo tiene capacidad para calentar un zapato y una suela por evento. Tiene capacidad para calentar 3 pares de zapatos cada 6 minutos.

Sugerimos como mejora la adquisición de una máquina industrial para pegado de suelas, un horno reactivador de calzado y una máquina pulidora que mejore la productividad del proceso de soladura y evite riesgos para el trabajador.

También se sugiere elaborar un programa de mantenimiento preventivo para máquinas y herramientas con el objetivo de disminuir tiempos muertos en producción, reducir devoluciones por calidad del producto y evitar accidentes que afecten la integridad de los trabajadores.

10. Impacto de la implementación en las personas.

Luego de realizar estandarización de procesos a través de la medición y metodología del trabajo, se logró tener una base sólida para el cálculo de capacidades por área y turno de trabajo.

Esto permitirá realizar estimación y programación de la producción de acuerdo a las fluctuaciones de la demanda real, definiendo de esta forma la asignación de personal por área de trabajo y cálculo diario de la duración de la jornada laboral.

Lo anterior ayudará a que los puestos de trabajo no sean recargados con tareas para cumplir con los tiempos de entrega al cliente, generando un impacto positivo en los trabajadores.

Con base en los tiempos estándar hallados, la administración puede generar indicadores de productividad por línea y por operario que puede ser utilizados en un

plan futuro de incentivos monetarios a sus trabajadores en las temporadas más altas del año.

11. Conclusiones y recomendaciones.

La medición del trabajo a través del estudio de tiempos fue la herramienta precisa para determinar el ciclo de tiempo de trabajo de la línea de productos que se seleccionó para el proyecto, del mismo modo contribuyó a la investigación de aquellos procesos o tareas que no generan valor agregado al producto final. Por lo tanto, se concluye luego del cálculo de tiempos estándar por proceso, que las operaciones de guarnición y soladura son los cuellos de botella del sistema productivo, ya que por tener mayor tiempo de ciclo pueden delimitar la cantidad de pares de zapatos que se fabrican por turno de trabajo.

Se recomienda realizar el estudio de métodos y tiempos para las demás familias de calzado para hallar los tiempos estándar de fabricación del portfolio de productos completo para realizar la planeación y programación de la producción de una forma adecuada.

Se sugiere crear indicadores de productividad para evaluar el desempeño de la línea de producción y de sus trabajadores.

Las representaciones gráficas de los diagramas de flujo de proceso y operaciones mostraron que las cinco referencias de calzado pasan a través de todos los procesos y máquinas en el mismo orden, conservando una relación de procesos y secuencias muy similares.

Se observó que la suma de los tiempos acumulados de las operaciones principales en la fabricación de calzado corresponde entre el 83% y 85% de total. El tiempo acumulado de los transportes representan entre el 6% y 7% del total del tiempo.

La distribución en planta de la PYME de calzado D'Lucca no es la adecuada ya que se encuentra localizada en un edificio de tres niveles, las distancias son significativas generando largos recorridos de material y producto en proceso. Del mismo modo, los traslados que hacen los trabajadores de un nivel a otro a través de escaleras estrechas ocasionan riesgos para la integridad del trabajador y deterioro del producto semi-terminado.

Con base en el crecimiento de la empresa y según los pronósticos calculados se requiere de la contratación futura de más personal con el fin de garantizar las órdenes a los clientes y así reducir los impactos negativos de hacer entregas tardías.

La secuenciación de tareas es también importante en la eficiencia de la cadena productiva ya que influye directamente en los tiempos de elaboración, por lo que es necesario que la empresa tenga una secuencia definida en la producción y no solo se enfoque en producir lo urgente puesto que se puede estar gastando más tiempo del necesario debido a que se cae en tiempos muertos.

12. Bibliografía

- Aguirre Alvarez, Y. A. (2014). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las PYMEs*. Universidad Nacional. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/48916/>
- Aponte, K., & Torres, C. (2015). *Construcción de escenarios digitales soportados en las TIC's para la optimización de los procesos de gestión y producción en las PYMEs de la industria del calzado*. Universidad Libre.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro* (Edición V). México: Pearson.
- Carranza, O. Sabría F. (2005). *Mejores prácticas Logísticas en Latinoamérica*. Thomson, México.
- Caicedo, R. Alvaro, J. Niño, R. Jully, V. Romero, A. y Yebrail, A. (2013). *Realidad de la capacitación y sus necesidades en los gerentes de producción del sector del calzado, cuero y sus manufacturas del Área Metropolitana de Cúcuta (Colombia)*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de <http://www.redalyc.org/>
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministro*. (Edición XI). México: Mc Graw Hill. Retrieved from <https://bibliotecat2.files.wordpress.com/2014/10/administracion-de-operaciones-y-produccion-12-ed-chase-aquilano-jacobs-11.pdf>
- Díaz, H., García, R., & Porcell, N. (2008). Las PYMEs: costos en la cadena de abastecimiento. *Escuela de Administración de Negocios*, 63, 5–21.
- Escudero, M. (2005). *Almacenaje de productos*. Thomson-Paraninfo.

Estrada, S. Payan, A. y Patiño, H. (2006). *El sector calzado del área metropolitana centro occidente. Rumbo a la productividad y competitividad con ingenio e innovación*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de <http://www.redalyc.org/>

Forrester J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Editorial Granica.

Gaither, N. y Fraizer, G. (2005). *Administración de producción y operaciones*. Editorial Thompson.

García, Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo - Medición del trabajo*. México: Mc Graw Hill.

García, Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos*. México: Mc Graw Hill.

Hernández, M. & Muñoz, M. *Diseño de una metodología para la planeación y programación de producción de café tostado y molido en la planta de colcafe Bogotá*. Bogotá. Universidad Javeriana, pág 94).

Hernandez, G. y Gunther, W. (1986). *Fundamentos de la Proyección de Fabricas*. Pueblo y Educación.

Hopp, J. y Spearman M. (2008). *Factory Physics*. Editorial Mc Graw Hill.

Hopp J. y Duenyas I. (1998). *Center for Professional Development*. University of Michigan.

Icontec. (1995). NTC 2038, *industria del cuero, calzado de cuero*. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC2038.pdf>

Icontec. (1981). NTC 1640, *Factores humanos, medidas de los zapatos, sistema mondopoint, método de rotulado*. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC1640.pdf>

Icontec. (1986). NTC 1082, *Caucho, suelas, tacones y tapas de caucho*. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC1082.pdf>

Icontec. (1993). NTC 1984, *Caucho, adhesivos de caucho sintético*. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC1984.pdf>

Icontec. (2004). NTC 2216, *Cuero, cuero de ganado bovino para la fabricación de calzado. Especificaciones*. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC2216.pdf>

Kalenatic, D. (1993). *Técnicas de Aplicación en redes*. Bogotá: Universidad Distrital.

López, F. Rodrigo. (2006). *Operaciones de Almacenaje*. International Thomson Editores.

Muther, R. (1972). *Planeación y proyección de la empresa industrial*. Editores Técnicos Asociados.

Nahmias, S. (2000). *Análisis de la producción y las operaciones*. Editorial CECSA.

Narasimhan Sim, Narasimhan Seetharama y McLeavey D. (1996). *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*. Editorial Prentice Hall.

Olivos, P. C., & Orue, F. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría Y Administración*, 60(1), 181–203.

[http://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)72151-0](http://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)72151-0)

- Rajadell, M., & Sanchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad* (Vol. I). Madrid: Díaz de Santos. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Ramirez Ortiz, N. H. (2012). *Diseño de una propuesta de distribución en planta para la microempresa de calzado estilos Bakanos Ludi. Escuela Colombiana de Carreras Industriales.*
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics*. Editorial Mc Graw hill.
- Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones* (7a.edición). México: Pearson.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tompkins, J. (2006). *Planeación de instalaciones. Editorial Thomson*, edición 3.
- Torres Acosta, J. H. (1994). *Elementos de producción vol. 1*. Bogotá: Sistema de investigación UCC. Puntos gráficos.
- Torres Acosta, J. H. (2002). *Planeación agregada en la PYME*. Bogotá: Universidad Distrital.
- Villarreal, S. y Francisco, J. (2012). Logística Integral: Una alternativa para crear valor y ventajas competitivas en las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) del Sector Calzado. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de <http://www.redalyc.org/>
- Womack J. y Jones D. (2003). *Lean thinking*. Editorial JONES McGraw Hill.
- Zuluaga Mazo, A., & Javier López, F. (2010). Estrategias logísticas para el abastecimiento de las PYMEs del sector confección del municipio de Itagüi. *Revista Politécnica*, 6(11), 46–56. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=82574897&lang=es&site=ehost-live>

13. Anexos.

13.1. Diagramas de flujo de proceso.

Proceso: CORTE Y MARCADO			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Corte de cuero y forros.			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 1 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
547,7	0,0	A	CORTE DE CUERO Y FORROS		
22,6	0,0	A	CONTEO DE PIEZAS		
29,1	14,8	A	TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A DESBASTE		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	2	570,3	0		
Inspección	0	0	0		
Transporte	1	29,1	14,8		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		599,4	14,8		

Diagrama 9 Flujo de proceso (corte y marcado), ref. 754. Fuente: Autores.

Proceso: DESBASTE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Desbatar.			Termina en: Transporte a guarnición.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 2 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
325,3	0,0	B	DESBASTAR		Se realiza con máquina.
22,7	0,0	B	INSPECCION A PIEZAS DESBASTADAS		
30,9	3,2	B	TRASPORTE A GUARNICION		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	1	325,3	0		
Inspección	1	22,7	0		
Transporte	1	30,9	3,2		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		378,9	3,2		

Diagrama 10 Flujo de proceso (desbaste), ref 754. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Armado)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Aplicar solución.			Termina en: Transporte a costura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 3 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
134,2	0,0	C	APLICAR SOLUCION		
94,7	0,0	C	ESPERAR SECADO SOLUCION		
188,8	0,0	C	PEGAR FORROS A PIEZAS CORTADAS		
499,9	0,0	C	DOBLAR PARTES DEL CUERO CORTADO		
636,2	0,0	C	ARMAR PIEZAS		
16,0	2,8	C	TRASPORTE A COSTURA		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		4	1459,0	0	
Inspección		0	0	0	
Transporte		1	16,0	2,8	
Espera		1	94,7	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			1569,6	2,8	

Diagrama 81 Flujo de proceso (guarnición-armado), ref 754. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Costura)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Coser.			Termina en: Transporte a taller de soladura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 4 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
440,5	0,0	D	COSER		Se realiza con máquina.
146,5	0,0	D	RECORTAR		
27,5	0,0	D	INSPECCION ARMADO		
47,3	15,3	D	TRANSPORTE A TALLER DE SOLADURA		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		2	587,0	0	
Inspección		1	27,5	0	
Transporte		1	47,3	15,3	
Espera		0	0	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			661,7	15,3	

Diagrama 12 Flujo de proceso (guarnición-costura), ref 754. Fuente: Autores.

Proceso: SOLADURA	Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS
Empieza en: Colocar piezas armadas en orma.	Termina en: Transporte a taller de finalizaje.
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.	
Fecha: Mayo 7 de 2016	Hoja: 5 de 7

TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
282,0	0,0	E	COLOCAR PIEZAS ARMADAS EN HORMA	O-1	
92,6	0,0	E	PEGAR ODENA A ORMA	O-2	
253,1	0,0	E	PEGAR CONTRAFUERTE Y PUNTERA	O-3	
39,7	5,2	E	TRASPORTE A PULIDORA	T-1	
127,2	0,0	E	CARDAR ZAPATOS	O-4	Se realiza con máquina.
29,2	5,2	E	TRANSPORTE A TALLER DE GUARNICION	T-2	
50,2	0,0	E	APLICAR ACTIVADOR DE SUELA	O-5	
50,1	0,0	E	APLICAR MAXON A SUELA Y ODENA	O-6	
38,5	4,1	E	TRANSPORTE A HORNO	T-3	Se realizan varios traslados.
146,5	0,0	E	CALENTAR ZAPATOS Y SUELA	O-7	El horno solo tiene capacidad para 1 zapato y 1 suela.
83,1	0,0	E	ESPERAR TEMPERATURA DE TRABAJO	D-1	
36,1	12,6	E	TRANSPORTE A PRENSA	T-4	
126,7	0,0	E	PEGAR SUELA AL ZAPATO EN PRENSA	O-8	
29,8	0,0	E	SACAR ORMA	O-9	
24,8	0,0	E	INSPECCION DE PEGADO	I-1	
34,6	19,3	E	TRANSPORTE A TALLER DE FINIZAJE	T-5	

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación	9	1158,0	0
Inspección	1	24,8	0
Transporte	5	178,0	46,4
Espera	0	0	0
Almacenamiento	0	0	0
TOTAL		1360,8	46,4

Diagrama 13 Flujo de proceso (corte), ref 754. Fuente: Autores.

Proceso: FINIZAJE	Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS
Empieza en: Aplicar boxer a plantilla.	Termina en: Inspección final.
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.	
Fecha: Mayo 7 de 2016	Hoja: 6 de 7

TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
105,2	0,0	F	APLICAR BOXER A PLANTILLA	O-1	
94,6	0,0	F	ESPERAR SECADO BOXER	D-1	
32,7	0,0	F	PEGAR PLANTILLA A ZAPATO	O-2	
31,5	0,0	F	LIMPIAR ZAPATO CON BARZOL	O-3	
27,8	0,0	F	QUEMAR HEBRAS EXTERIORES CON MECHERO	O-4	
48,4	0,0	F	APLICAR SIRIO AL ZAPATO	O-5	
60,8	0,0	F	ESPERAR SECADO SIRIO	D-2	
62,3	0,0	F	APLICAR BRILLO	O-6	
59,4	0,0	F	ESPERAR SECADO BRILLO	D-3	
40,2	0,0	F	PONER CORDONES	O-7	
31,2	0,0	F	INSPECCION FINAL	I-1	
EVENTO		CANTIDAD		TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación		7		348,0	0
Inspección		1		31,2	0
Transporte		0		0	0
Espera		3		214,8	0
Almacenamiento		0		0	0
TOTAL				593,9	0,0

Diagrama 14 Flujo de proceso (finizaje), ref 754. Fuente: Autores.

Proceso: ALMACENAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Armar cajas.			Termina en: Almacenar.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 7 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
17,4	0,0	G	ARMAR CAJAS		
19,7	0,0	G	EMPACAR ZAPATOS		
6,0	0,0	G	MARCAR CAJA		Talla, referencia y lote.
34,6	18,9	G	TRANSPORTE A BODEGA		
12,4	0,0	G	ALMACENAR		
EVENTO		CANTIDAD		TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación		3		43,1	0
Inspección		0		0,0	0
Transporte		1		34,6	18,9
Espera		0		0,0	0
Almacenamiento		1		12,4	0
TOTAL				90,0	18,9

Diagrama 15 Flujo de proceso (almacenaje), ref 754. Fuente: Autores.

Proceso: CORTE Y MARCADO			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Corte de cuero y forros.			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 1 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
487,0	0,0	A	CORTE DE CUERO Y FORROS		
22,6	0,0	A	CONTEO DE PIEZAS		
29,8	14,8	A	TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A DESBASTE		
EVENTO		CANTIDAD		TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación		2		509,6	0
Inspección		0		0	0
Transporte		1		29,8	14,8
Espera		0		0	0
Almacenamiento		0		0	0
TOTAL				539,4	14,8

Diagrama 169 Flujo de proceso (corte y marcado), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: DESBASTAR			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Desbastar.			Termina en: Transporte a guarnición.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 2 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
301,0	0,0	B	DESBASTAR		Se realiza con máquina.
21,9	0,0	B	INSPECCION A PIEZAS DESBASTADAS		
30,3	3,2	B	TRASPORTE A GUARNICION		
EVENTO		CANTIDAD		TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación		1		301,0	0
Inspección		1		21,9	0
Transporte		1		30,3	3,2
Espera		0		0	0
Almacenamiento		0		0	0
TOTAL				353,2	3,2

Diagrama 17 Flujo de proceso (desbastar), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Armado)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Aplicar solución.			Termina en: Transporte a costura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 3 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
155,7	0,0	C	APLICAR SOLUCION		
94,7	0,0	C	ESPERAR SECADO SOLUCION		
207,8	0,0	C	PEGAR FORROS A PIEZAS CORTADAS		
488,8	0,0	C	DOBLAR PARTES DEL CUERO CORTADO		
424,1	0,0	C	ARMAR PIEZAS		
15,6	2,8	C	TRASPORTE A COSTURA		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		4	1276,2	0	
Inspección		0	0	0	
Transporte		1	15,6	2,8	
Espera		1	94,7	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			1386,4	2,8	

Diagrama 18 Flujo de proceso (guarnición-armado), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Costura)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Coser.			Termina en: Transporte a taller de soladura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 4 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
296,1	0,0	D	COSER		Se realiza con máquina.
142,4	0,0	D	RECORTAR		
27,8	0,0	D	INSPECCION ARMADO		
47,1	15,3	D	TRANSPORTE A TALLER DE SOLADURA		
EVENTO		CANTIDAD		TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación		2		438,5	0
Inspección		1		27,8	0
Transporte		1		47,1	15,3
Espera		0		0	0
Almacenamiento		0		0	0
TOTAL				513,4	15,3

Diagrama 19 Flujo de proceso (guarnición-costura), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: SOLADURA			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Colocar piezas armadas en orma.			Termina en: Transporte a taller de finalizaje.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 5 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
279,6	0,0	E	COLOCAR PIEZAS ARMADAS EN HORMA	O-1	
93,6	0,0	E	PEGAR ODENA A ORMA	O-2	
251,3	0,0	E	PEGAR CONTRAFUERTE Y PUNTERA	O-3	
38,3	5,2	E	TRASPORTE A PULIDORA	T-1	
128,4	0,0	E	CARDAR ZAPATOS	O-4	Se realiza con máquina.
29,4	5,2	E	TRANSPORTE A TALLER DE GUARNICION	T-2	
49,2	0,0	E	APLICAR ACTIVADOR DE SUELA	O-5	
50,7	0,0	E	APLICAR MAXON A SUELA Y ODENA	O-6	
39,0	4,1	E	TRANSPORTE A HORNO	T-3	Se realizan varios traslados.
143,7	0,0	E	CALENTAR ZAPATOS Y SUELA	O-7	El horno solo tiene capacidad para 1 zapato y 1 suela.
80,8	0,0	E	ESPERAR TEMPERATURA DE TRABAJO	D-1	
37,4	12,6	E	TRANSPORTE A PRENSA	T-4	
126,6	0,0	E	PEGAR SUELA AL ZAPATO EN PRENSA	O-8	
30,9	0,0	E	SACAR ORMA	O-9	
27,4	0,0	E	INSPECCION DE PEGADO	I-1	
35,2	19,3	E	TRANSPORTE A TALLER DE FINIZAJE	T-5	
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	9	1153,8	0		
Inspección	1	27,4	0		
Transporte	5	179,2	46,4		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		1360,4	46,4		

Diagrama 20 Flujo de proceso (soladura), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: FINIZAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Aplicar boxer a plantilla.			Termina en: Inspección final.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 6 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
102,5	0,0	F	APLICAR BOXER A PLANTILLA	O-1	
95,1	0,0	F	ESPERAR SECADO BOXER	D-1	
37,6	0,0	F	PEGAR PLANTILLA A ZAPATO	O-2	
30,9	0,0	F	LIMPIAR ZAPATO CON BARZOL	O-3	
22,0	0,0	F	QUEMAR HEBRAS EXTERIORES CON MECHERO	O-4	
51,5	0,0	F	APLICAR SIRIO AL ZAPATO	O-5	
59,9	0,0	F	ESPERAR SECADO SIRIO	D-2	
63,7	0,0	F	APLICAR BRILLO	O-6	
59,6	0,0	F	ESPERAR SECADO BRILLO	D-3	
0,0	0,0	F	PONER CORDONES	O-7	
31,1	0,0	F	INSPECCION FINAL	I-1	

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación	7	308,1	0
Inspección	1	31,1	0
Transporte	0	0	0
Espera	3	214,6	0
Almacenamiento	0	0	0
TOTAL		553,7	0,0

Diagrama 21 Flujo de proceso (finizaje), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: ALMACENAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Armar cajas.			Termina en: Almacenaje.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 7 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
17,9	0,0	G	ARMAR CAJAS		
20,2	0,0	G	EMPACAR ZAPATOS		
6,4	0,0	G	MARCAR CAJA		Talla, referencia y lote.
37,4	18,9	G	TRANSPORTE A BODEGA		
11,2	0,0	G	ALMACENAR		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	3	44,5	0		
Inspección	0	0,0	0		
Transporte	1	37,4	18,9		
Espera	0	0,0	0		
Almacenamiento	1	11,2	0		
TOTAL		93,0	18,9		

Diagrama 22 Flujo de proceso (almacenaje), ref 833. Fuente: Autores.

Proceso: CORTE Y MARCADO			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Corte de cuero y forros.			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 1 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
415,4	0,0	A	CORTE DE CUERO Y FORROS		
23,0	0,0	A	CONTEO DE PIEZAS		
30,7	14,8	A	TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A DESBASTE		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		2	438,3	0	
Inspección		0	0	0	
Transporte		1	30,7	14,8	
Espera		0	0	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			469,0	14,8	

Diagrama 103 Flujo de proceso (corte y marcado), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: DESBASTE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Desbastar.			Termina en: Transporte a guarnición.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 2 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
300,6	0,0	B	DESBASTAR		Se realiza con máquina.
22,4	0,0	B	INSPECCION A PIEZAS DESBASTADAS		
29,2	3,2	B	TRASPORTE A GUARNICION		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		1	300,6	0	
Inspección		1	22,4	0	
Transporte		1	29,2	3,2	
Espera		0	0	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			352,1	3,2	

Diagrama 24 Flujo de proceso (desbaste), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Armado)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Aplicar solución.			Termina en: Transporte a costura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 3 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
153,7	0,0	C	APLICAR SOLUCION		
95,2	0,0	C	ESPERAR SECADO SOLUCION		
209,2	0,0	C	PEGAR FORROS A PIEZAS CORTADAS		
446,5	0,0	C	DOBLAR PARTES DEL CUERO CORTADO		
424,5	0,0	C	ARMAR PIEZAS		
14,9	2,8	C	TRASPORTE A COSTURA		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	4	1233,9	0		
Inspección	0	0	0		
Transporte	1	14,9	2,8		
Espera	1	95,2	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		1343,9	2,8		

Diagrama 25 Flujo de proceso (guarnición-armado), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Costura)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Coser.			Termina en: Transporte a taller de soladura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 4 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
298,8	0,0	D	COSER		Se realiza con máquina.
143,1	0,0	D	RECORTAR		
27,3	0,0	D	INSPECCION ARMADO		
43,8	15,3	D	TRANSPORTE A TALLER DE SOLADURA		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	2	441,9	0		
Inspección	1	27,3	0		
Transporte	1	43,8	15,3		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		512,9	15,3		

Diagrama 2611 Flujo de proceso (guarnición-costura), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: SOLADURA			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Colocar piezas armadas en orma.			Termina en: Transporte a taller de finalizaje.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 5 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
284,2	0,0	E	COLOCAR PIEZAS ARMADAS EN HORMA	O-1	
91,1	0,0	E	PEGAR ODENA A ORMA	O-2	
254,1	0,0	E	PEGAR CONTRAFUERTE Y PUNTERA	O-3	
39,1	5,2	E	TRANSPORTE A PULIDORA	T-1	
128,3	0,0	E	CARDAR ZAPATOS	O-4	Se realiza con máquina.
30,2	5,2	E	TRANSPORTE A TALLER DE GUARNICION	T-2	
46,6	0,0	E	APLICAR ACTIVADOR DE SUELA	O-5	
50,8	0,0	E	APLICAR MAXON A SUELA Y ODENA	O-6	
38,7	4,1	E	TRANSPORTE A HORNO	T-3	Se realizan varios traslados.
143,2	0,0	E	CALENTAR ZAPATOS Y SUELA	O-7	El horno solo tiene capacidad para 1 zapato y 1 suela.
82,2	0,0	E	ESPERAR TEMPERATURA DE TRABAJO	D-1	
37,5	12,6	E	TRANSPORTE A PRENSA	T-4	
128,3	0,0	E	PEGAR SUELA AL ZAPATO EN PRENSA	O-8	
30,4	0,0	E	SACAR ORMA	O-9	
24,1	0,0	E	INSPECCION DE PEGADO	I-1	
36,3	19,3	E	TRANSPORTE A TALLER DE FINIZAJE	T-5	
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	9	1156,9	0		
Inspección	1	24,1	0		
Transporte	5	181,7	46,4		
Espera	0	0	0		
Almacenamiento	0	0	0		
TOTAL		1362,7	46,4		

Diagrama 27 Flujo de proceso (soladura), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: FINIZAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Aplicar boxer a plantilla.			Termina en: Inspección final.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 6 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
101,6	0,0	F	APLICAR BOXER A PLANTILLA	O-1	
94,7	0,0	F	ESPERAR SECADO BOXER	D-1	
34,4	0,0	F	PEGAR PLANTILLA A ZAPATO	O-2	
31,0	0,0	F	LIMPIAR ZAPATO CON BARZOL	O-3	
21,6	0,0	F	QUEMAR HEBRAS EXTERIORES CON MECHERO	O-4	
50,9	0,0	F	APLICAR SIRIO AL ZAPATO	O-5	
62,4	0,0	F	ESPERAR SECADO SIRIO	D-2	
60,2	0,0	F	APLICAR BRILLO	O-6	
59,5	0,0	F	ESPERAR SECADO BRILLO	D-3	
0,0	0,0	F	PONER CORDONES	O-7	
31,2	0,0	F	INSPECCION FINAL	I-1	
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		7	299,6	0	
Inspección		1	31,2	0	
Transporte		0	0	0	
Espera		3	216,5	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			547,3	0,0	

Diagrama 2812 Flujo de proceso (finizaje), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: ALMACENAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Armar cajas.			Termina en: Almacenar.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 7 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
17,6	0,0	G	ARMAR CAJAS		
20,3	0,0	G	EMPACAR ZAPATOS		
6,8	0,0	G	MARCAR CAJA		Talla, referencia y lote.
36,3	18,9	G	TRANSPORTE A BODEGA		
10,7	0,0	G	ALMACENAR		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	3	44,7	0		
Inspección	0	0,0	0		
Transporte	1	36,3	18,9		
Espera	0	0,0	0		
Almacenamiento	1	10,7	0		
TOTAL		91,7	18,9		

Diagrama 29 Flujo de proceso (almacenaje), ref 922. Fuente: Autores.

Proceso: CORTE Y MARCADO			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Corte de cuero y forros.			Termina en: Transporte a desbaste.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 1 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
539,1	0,0	A	CORTE DE CUERO Y FORROS		
23,0	0,0	A	CONTEO DE PIEZAS		
28,9	14,8	A	TRANSPORTE DE PIEZAS CORTADAS A DESBASTE		

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación	2	562,1	0
Inspección	0	0	0
Transporte	1	28,9	14,8
Espera	0	0	0
Almacenamiento	0	0	0
TOTAL		590,9	14,8

Diagrama 30 Flujo de proceso (corte y marcado), ref 928. Fuente: Autores.

Proceso: DESBASTAR			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Desbastar.			Termina en: Transporte a guarnición.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 2 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
301,5	0,0	B	DESBASTAR		Se realiza con máquina.
22,3	0,0	B	INSPECCION A PIEZAS DESBASTADAS		
29,2	3,2	B	TRANSPORTE A GUARNICION		

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación	1	301,5	0
Inspección	1	22,3	0
Transporte	1	29,2	3,2
Espera	0	0	0
Almacenamiento	0	0	0
TOTAL		352,9	3,2

Diagrama 3113 Flujo de proceso (desbastar), ref 928. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Armado)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Aplicar solución.			Termina en: Transporte a costura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 3 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
155,2	0,0	C	APLICAR SOLUCION		
94,8	0,0	C	ESPERAR SECADO SOLUCION		
228,1	0,0	C	PEGAR FORROS A PIEZAS CORTADAS		
501,2	0,0	C	DOBLAR PARTES DEL CUERO CORTADO		
474,7	0,0	C	ARMAR PIEZAS		
15,0	2,8	C	TRASPORTE A COSTURA		
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		4	1359,1	0	
Inspección		0	0	0	
Transporte		1	15,0	2,8	
Espera		1	94,8	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			1468,9	2,8	

Diagrama 3214 Flujo de proceso (guarnición-armado), ref 928. Fuente: Autores.

Proceso: GUARNICION (Costura)			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Coser.			Termina en: Transporte a taller de soladura.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 4 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
300,4	0,0	D	COSER	O-1	Se realiza con máquina.
142,4	0,0	D	RECORTAR	O-2	
27,5	0,0	D	INSPECCION ARMADO	I-3	
48,1	15,3	D	TRANSPORTE A TALLER DE SOLADURA	T-1	
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		2	442,7	0	
Inspección		1	27,5	0	
Transporte		1	48,1	15,3	
Espera		0	0	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			518,2	15,3	

Diagrama 3315 Flujo de proceso (guarnición-costura), ref 928. Fuente: Autores.

Proceso: SOLADURA			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Colocar piezas armadas en orma.			Termina en: Transporte a taller de finalizaje.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 5 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
282,0	0,0	E	COLOCAR PIEZAS ARMADAS EN HORMA	O-1	
90,2	0,0	E	PEGAR ODENA A ORMA	O-2	
253,5	0,0	E	PEGAR CONTRAFUERTE Y PUNTERA	O-3	
38,9	5,2	E	TRASPORTE A PULIDORA	T-1	
126,4	0,0	E	CARDAR ZAPATOS	O-4	Se realiza con máquina.
29,7	5,2	E	TRANSPORTE A TALLER DE GUARNICION	T-2	
49,8	0,0	E	APLICAR ACTIVADOR DE SUELA	O-5	
48,9	0,0	E	APLICAR MAXON A SUELA Y ODENA	O-6	
39,8	4,1	E	TRANSPORTE A HORNO	T-3	Se realizan varios traslados.
145,6	0,0	E	CALENTAR ZAPATOS Y SUELA	O-7	El horno solo tiene capacidad para 1 zapato y 1 suela.
80,3	0,0	E	ESPERAR TEMPERATURA DE TRABAJO	D-1	
34,5	12,6	E	TRANSPORTE A PRENSA	T-4	
124,9	0,0	E	PEGAR SUELA AL ZAPATO EN PRENSA	O-8	
30,3	0,0	E	SACAR ORMA	O-9	
25,0	0,0	E	INSPECCION DE PEGADO	I-1	
37,8	19,3	E	TRANSPORTE A TALLER DE FINIZAJE	T-5	
EVENTO		CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	
Operación		9	1151,2	0	
Inspección		1	25,0	0	
Transporte		5	180,7	46,4	
Espera		0	0	0	
Almacenamiento		0	0	0	
TOTAL			1356,8	46,4	

Diagrama 3416 Flujo de proceso (soladura), ref 928. Fuente: Autores.

Proceso: FINIZAJE	Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS
Empieza en: Aplicar boxer a plantilla.	Termina en: Inspección final.
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.	
Fecha: Mayo 7 de 2016	Hoja: 6 de 7

TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
99,6	0,0	F	APLICAR BOXER A PLANTILLA	O-1	
95,9	0,0	F	ESPERAR SECADO BOXER	D-1	
36,3	0,0	F	PEGAR PLANTILLA A ZAPATO	O-2	
31,6	0,0	F	LIMPIAR ZAPATO CON BARZOL	O-3	
21,2	0,0	F	QUEMAR HEBRAS EXTERIORES CON MECHERO	O-4	
50,6	0,0	F	APLICAR SIRIO AL ZAPATO	O-5	
59,0	0,0	F	ESPERAR SECADO SIRIO	D-2	
62,3	0,0	F	APLICAR BRILLO	O-6	
58,5	0,0	F	ESPERAR SECADO BRILLO	D-3	
0,0	0,0	F	PONER CORDONES	O-7	
31,0	0,0	F	INSPECCION FINAL	I-1	

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)
Operación	7	301,4	0
Inspección	1	31,0	0
Transporte	0	0	0
Espera	3	213,3	0
Almacenamiento	0	0	0
TOTAL		545,7	0,0

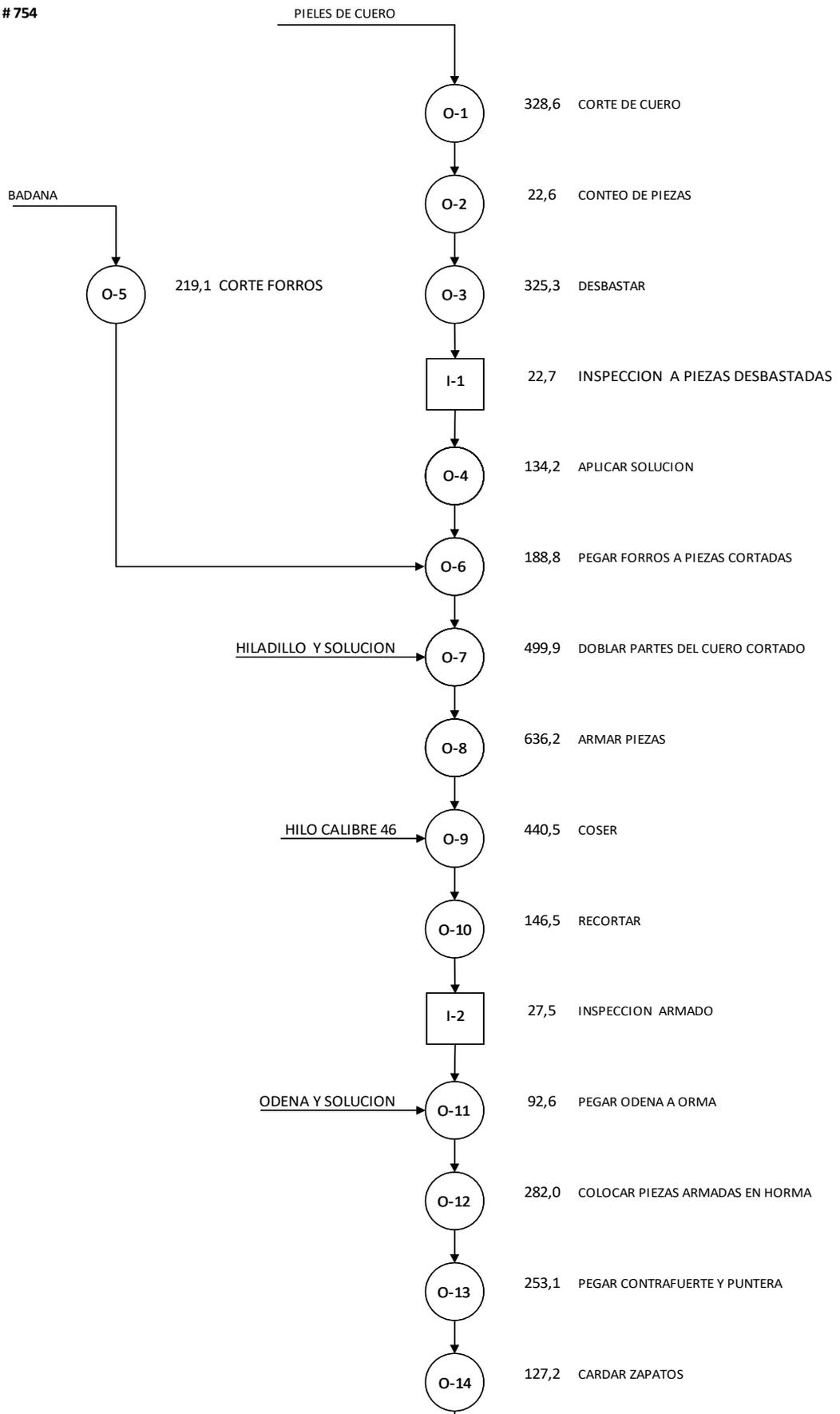
Diagrama 35 Flujo de proceso (finizaje), ref 928. Fuente: Autores.

Proceso: ALMACENAJE			Objeto: 1 PAR DE ZAPATOS		
Empieza en: Armar cajas.			Termina en: Almacenar.		
Elaborado por: Lenin Moncada, Juan Carlos González, Oscar Rubiano.					
Fecha: Mayo 7 de 2016			Hoja: 7 de 7		
TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	OP	ACTIVIDAD	SIMBOLO	OBSERVACIONES
17,3	0,0	G	ARMAR CAJAS		
19,7	0,0	G	EMPACAR ZAPATOS		
6,5	0,0	G	MARCAR CAJA		Talla, referencia y lote.
38,0	18,9	G	TRANSPORTE A BODEGA		
11,2	0,0	G	ALMACENAR		
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)		
Operación	3	43,4	0		
Inspección	0	0,0	0		
Transporte	1	38,0	18,9		
Espera	0	0,0	0		
Almacenamiento	1	11,2	0		
TOTAL		92,6	18,9		

Diagrama 36 Flujo de proceso (almacenaje), ref 928. Fuente: Autores.

15.2 Diagramas de operaciones.

REF # 754



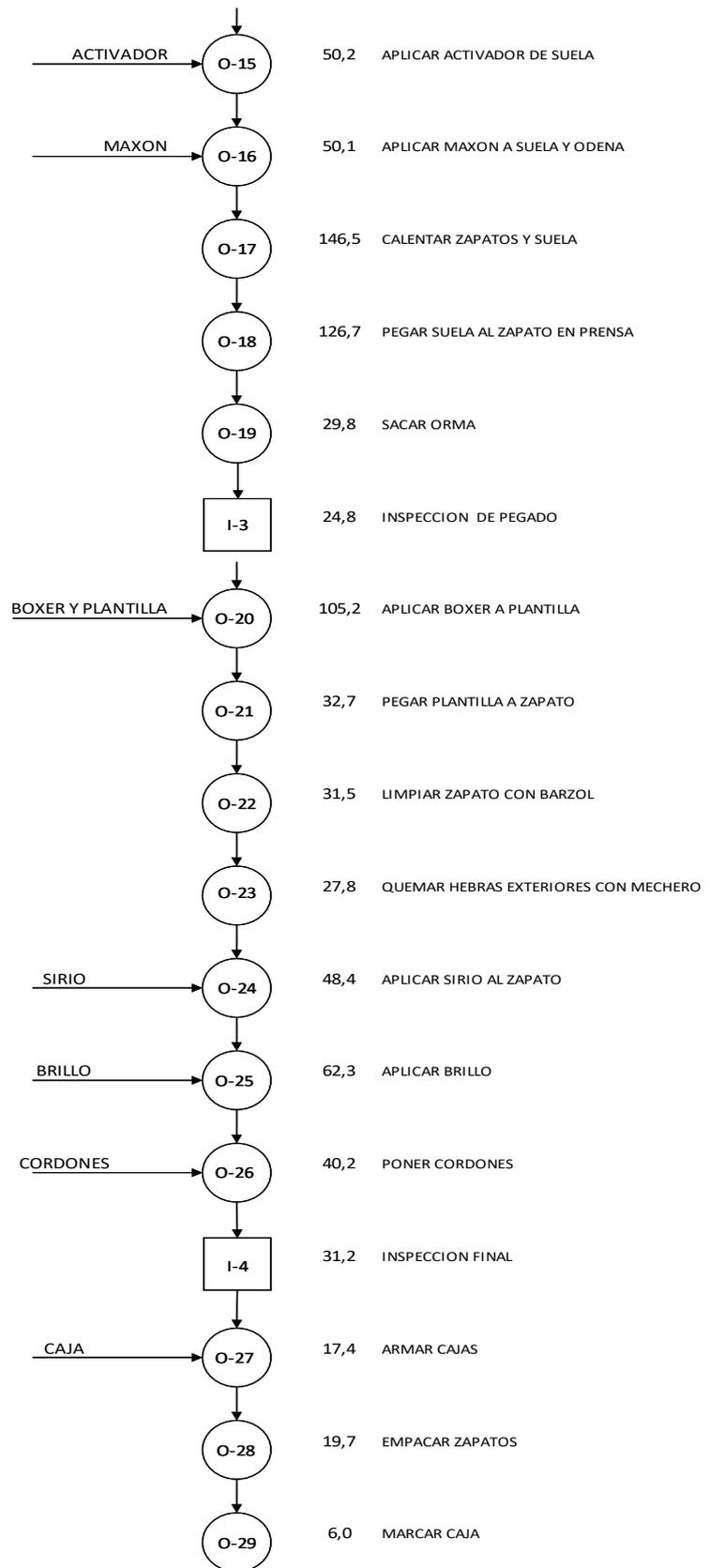
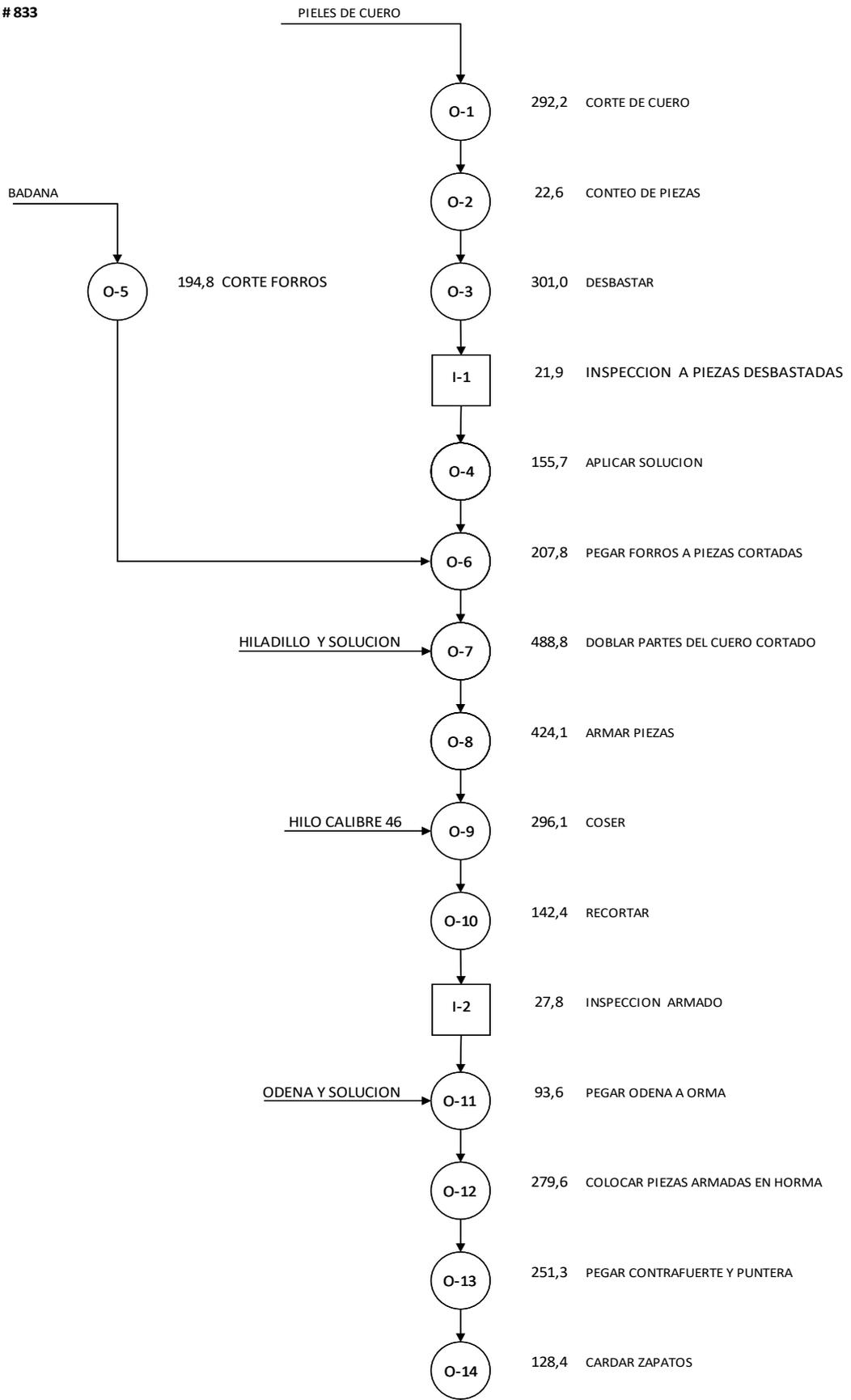


Diagrama 17 operaciones, ref. 754. Elaboración propia

REF # 833



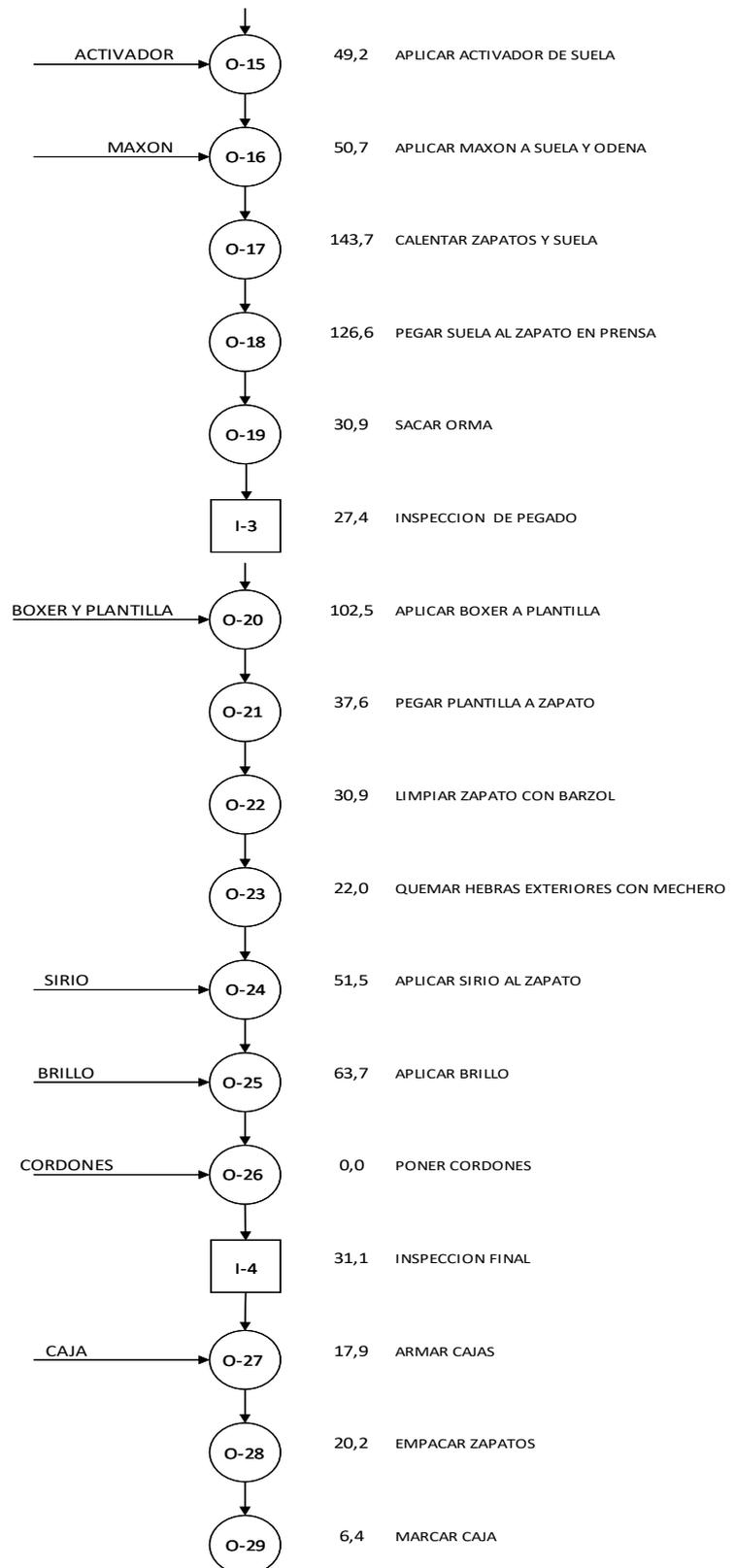
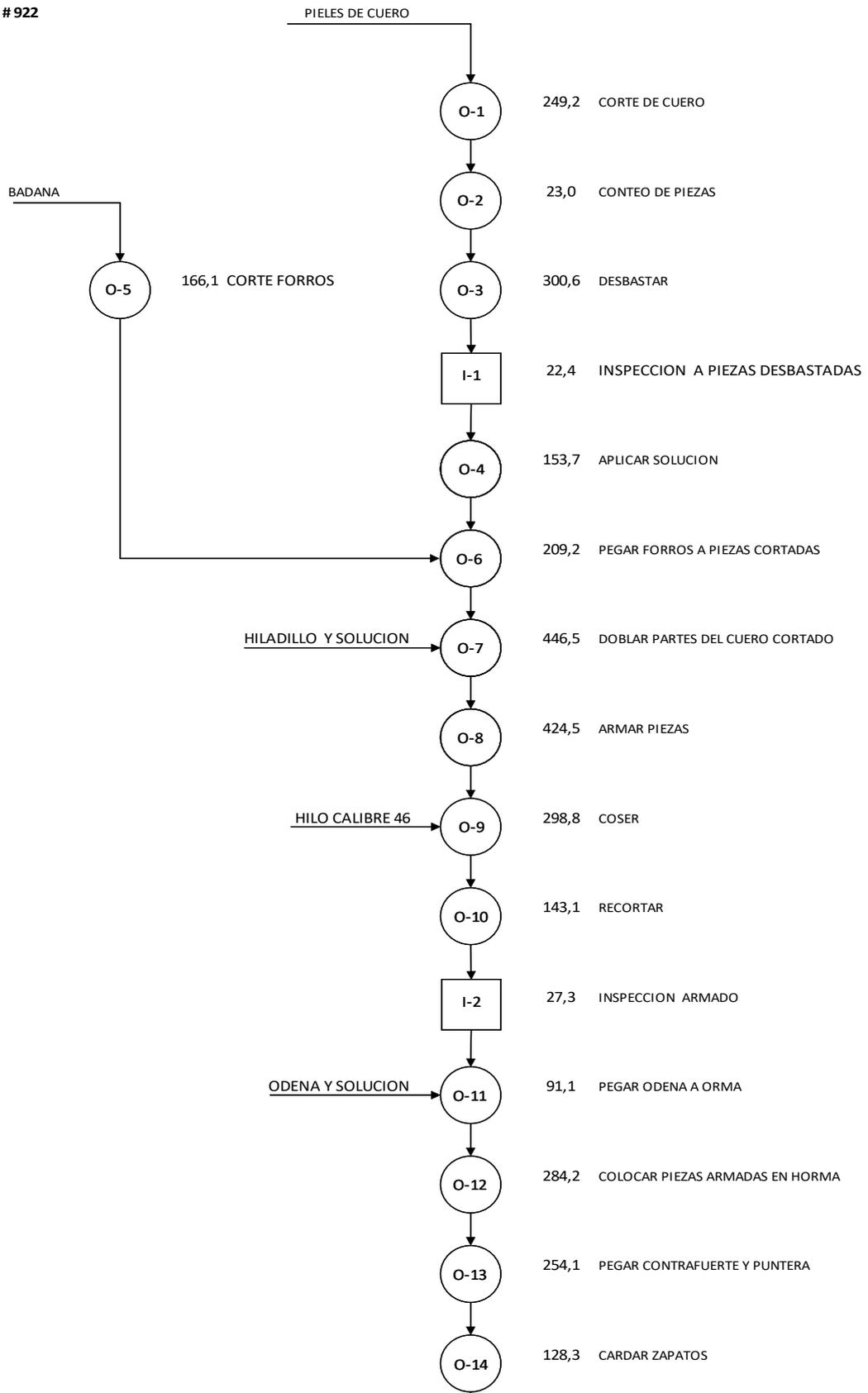


Diagrama 18 operaciones, ref. 833. Elaboración propia

REF # 922



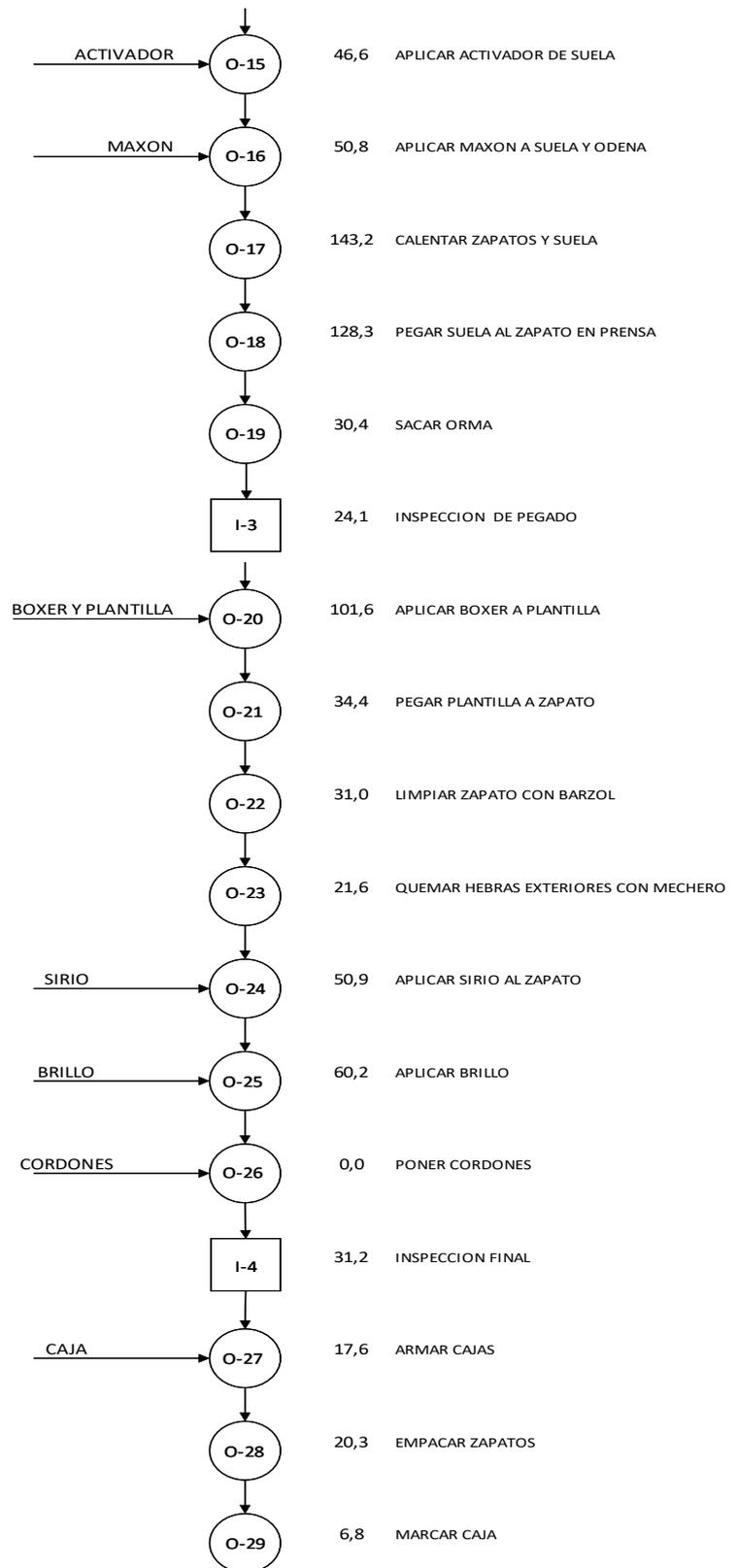
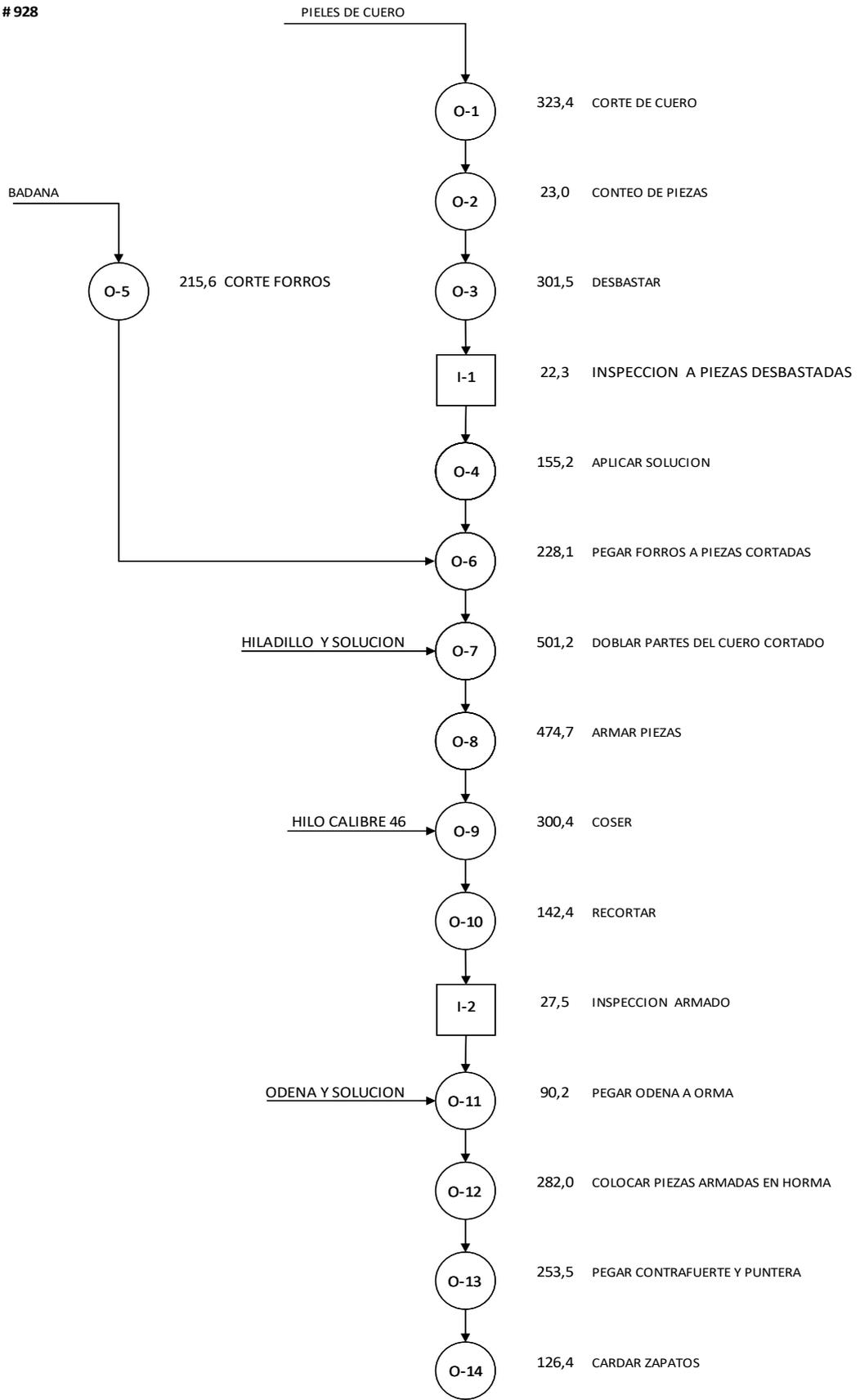


Diagrama 19 operaciones, ref. 922. Elaboración propia

REF # 928



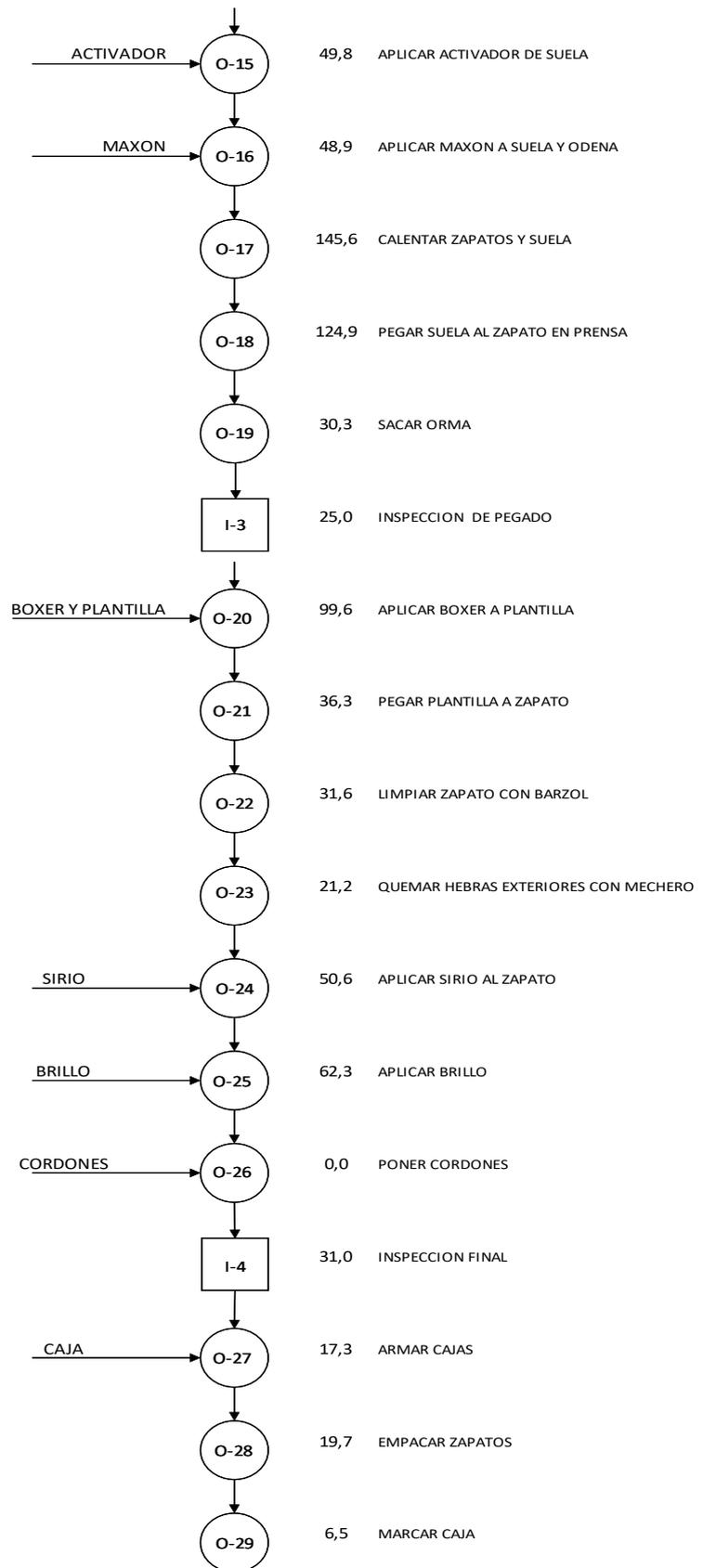


Diagrama 20 operaciones, ref. 928. Elaboración propia